

Э. М. Фромберг

Конструкции на элементах цифровой техники

Издательство «Радио и связь»



Основана в 1947 году
Выпуск 1161

Э.М.Фромберг

Конструкции на элементах цифровой техники



Москва
«Радио и связь» 1991

ББК 32.84
Ф91
УДК 621.397.48

Рецензенты: канд. техн. наук С. А. Бирюков, канд. пед. наук Д. М. Комский

Фромберг Э. М.

Ф91 Конструкции на элементах цифровой техники.— М.: Радио и связь, 1991.— 160 с.: ил.—(Массовая радиобиблиотека; Вып. 1161).

ISBN 5-256-00511-1.

Описаны игровые автоматы, программируемые музыкальные шкатулки и автоматические светодинамические установки, приборы для спорта и профориентации, обучения и контроля знаний. Все устройства реализованы на цифровых микросхемах средней степени интеграции ТТЛ и КМДП, обладающих повышенной надежностью и являющихся предпочтительными при проектировании цифровых устройств в радиолюбительской практике и детском техническом творчестве. Уделено внимание особенностям конструирования указанных устройств.

Для радиолюбителей, знакомых с основами цифровой техники, руководителей кружков детского технического творчества.

Ф $\frac{2302020200-037}{046(01)-91}$ 50-91 ББК 32.84

ISBN 5-256-00511-1

Предисловие

Цифровые интегральные микросхемы находят самое широкое применение в различных областях творчества радиолюбителей: в радиоспортивной и измерительной аппаратуре, в устройствах автоматики и игровых автоматах. Используя цифровые микросхемы, радиолюбители создают весьма сложную аппаратуру, реализовать которую на дискретных элементах было бы практически невозможно. Особенно перспективно использование цифровой техники в техническом творчестве начинающих радиолюбителей, учащихся общеобразовательных школ и профессионально-технических училищ. Логические основы цифровой техники весьма просты и вполне доступны старшеклассникам. Цифровые микросхемы обладают высокой надежностью. Большинство из них не выходит из строя практически при любых ошибках в монтаже. Устройства на этих микросхемах почти не требуют налаживания, что особенно важно в творчестве начинающих радиолюбителей. Важнейшую роль играет техническое творчество с использованием элементов цифровой и микропроцессорной техники для совершенствования компьютерной подготовки учащихся, а значит, и решения одной из основных задач реформы общеобразовательной и профессиональной школы.

В книге представлены описания доступных для повторения радиолюбительских конструкций различного функционального назначения: начиная простейшими игровыми автоматами и кончая сложными устройствами для психологических исследований. Вместе со схемами дано подробное описание принципа работы, уделено внимание конструктивному оформлению описываемых устройств.

Все описанные устройства изготовлены и испытаны студентами физического факультета Омского ордена «Знак Почета» государственного педагогического института имени А. М. Горького под руководством автора книги и В. С. Ямпольского. Схемные решения значительной части разработанных устройств оригинальны и защищены авторскими свидетельствами на изобретения. Многие из описываемых автоматов демонстрировались на областных и зональных выставках научно-технического творчества молодежи, ВДНХ СССР, награждены золотыми, серебряными и бронзовыми медалями, дипломами.

Книга будет полезна как для начинающих радиолюбителей, так и для опытных специалистов, которые найдут в ней оригинальные схемные решения. Особый интерес представляет книга для руководителей детского технического творчества. В устройствах использована современная и в то же время доступная для широкого круга радиолюбителей элементная база. Автор надеется, что изучая, конструируя описанные устройства, радиолюбители в совершенстве овладеют цифровой техникой, получат практические умения и навыки, которые несомненно пригодятся им в будущем.

ЭЛЕКТРОННЫЕ АВТОМАТЫ И ИГРЫ

Компьютерная техника прочно вошла в наш быт, сферу досуга, развлечений. На прилавках наших магазинов появились интересные электрифицированные игры и электронные игрушки, занимательные игровые приставки к бытовым телевизорам, неизменно вызывающие восторг ребят, готовых, забыв обо всем на свете, увлеченно соревноваться в игровом единоборстве. Игра всегда была одним из эффективнейших и важнейших средств не только развлечения, но и обучения, воспитания.

Электронные игры и автоматы обогащают подрастающее поколение элементарными техническими знаниями, влияют на становление тех качеств личности, которые так необходимы для будущей трудовой деятельности. У многих ребят появляется желание познать понравившуюся им «машину», а потом и самим собрать подобную или наделить игрушку какими-то новыми качествами, сделать ее более совершенной. Юные радиолюбители увлеченно конструируют сначала простейшие, а потом и довольно сложные игровые автоматы, приобщаясь к миру «большой автоматики», изучая при этом элементы цифровой и вычислительной техники [14, 27].

Проектирование игровых автоматов стало своеобразным хобби и для многих подготовленных радиолюбителей. Электронные игры и электронные игрушки регулярно демонстрируют на выставках технического творчества. Их описания публикуют в многочисленной научно-популярной литературе, приводят рекомендации по их изготовлению и налаживанию. В этой главе описаны занимательные электронные игры, простые и сложные светодинамические устройства, музыкальные автоматы, электронные отгадчики.

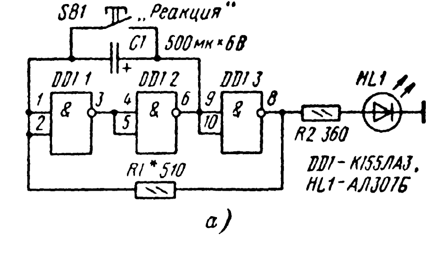
Простейшие игровые автоматы

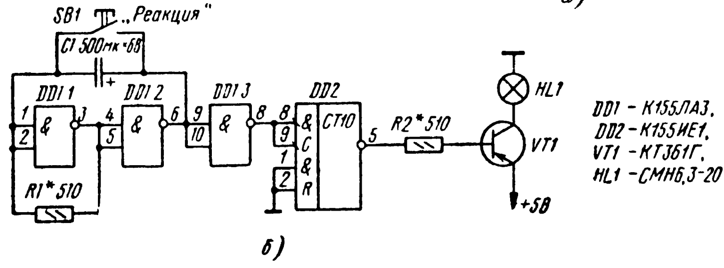
Эти устройства доступны для повторения радиолюбителям, которые только начинают знакомство с цифровой техникой. Рассмотрим схему игрового автомата «Зажги свет» (рис. 1, а). Он содержит автогенератор на элементах DD1.1 — DD1.3 и светодиод HL1 *. Параллельно конденсатору C1 включена кнопка SB1. Если кнопка не нажата, то на выходе автогенератора формируются прямоугольные импульсы со скважностью 2,5...3 и частотой 1 Гц. Светодиод HL1 периодически светится. Если в произвольный момент нажать на кнопку SB1, то автоколебания срываются, а светодиод либо продолжает светить, либо гаснет. Задача играющего — нажать на кнопку SB1 во время свечения индикатора.

---

* Цепи питания микросхем везде для простоты опущены. На стр. 148 помещены таблицы, в которых показаны номера выводов питания всех микросхем, упоминаемых в книге.

Рис. 1. Принципиальные схемы игровых автоматов «Зажги свет» на логических элементах (а), с использованием счетчика-делителя частоты (б)





Победителем признается тот, кому удастся большее число раз (при одинаковом числе попыток) оставить светодиод включенным. Так как светодиод мигает с периодом $T \approx 1$ с, то задача играющего упрощается. Приспособившись к периодичности вспышки светодиода, он может нажимать кнопку с небольшим упреждением.

Указанный недостаток устранен в устройстве по схеме на рис. 1, б. Здесь скважность импульсов увеличена в 10 раз введением счетчика-делителя частоты DD2, так что вспышки лампы HL1 повторяются через каждые 10 с. При такой скважности систематически нажимать на кнопку с нужным упреждением не удастся. При необходимости длительность предъявления раздражителя может быть изменена подборкой резистора R1.

На рис. 2 изображена схема игрового автомата «Орел — Решка», который представляет собой электронный аналог известной игры с угадыванием стороны брошенной монеты. Автомат содержит автогенератор на частоту $f \approx 5$ кГц, собранный на элементах DD1.1 — D1.3, и счетный триггер DD2.1, на прямом и инверсном выходах которого при работе автогенератора формируются импульсы вида «меандр» с частотой около 2,5 кГц. Таким образом, когда кнопка SB1 «Бросок» не нажата, оба светодиода HL1 и HL2 светятся После нажатия кнопки (что соответствует бросанию монеты) равновероятно остается включенным один из них.

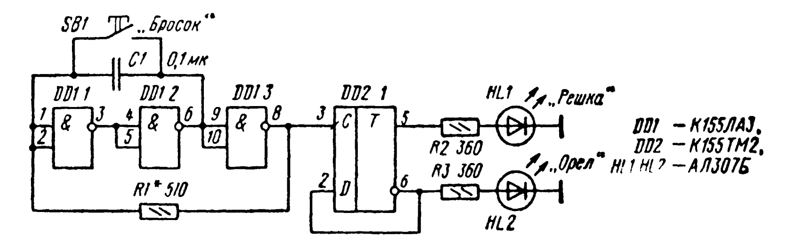


Рис. 2. Принципиальная схема игрового автомата «Орел — Решка»

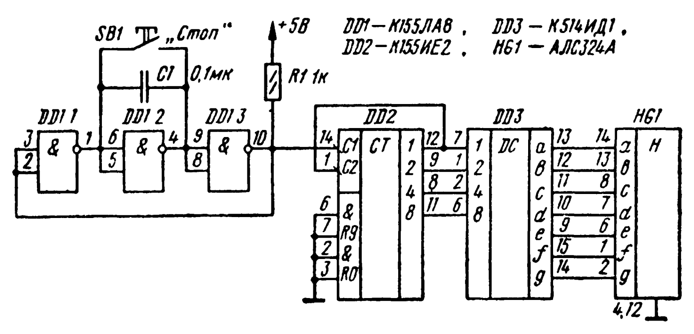


Рис. 3. Принципиальная схема лототрона

На рис. 3 изображена принципиальная схема лототрона. Она содержит задающий генератор на частоту 5 кГц, счетчик DD2 и дешифратор DD3, к выходу которого подключен цифровой индикатор HG1. Пока кнопка SB1 не нажата, импульсы с выхода задающего генератора подаются на счетный вход счетчика DD2 и многократно его переполняют. В результате светятся все сегменты цифрового индикатора. Этот режим соответствует запуску лототрона. После нажатия на кнопку SB1 колебания автогенератора срываются, счетчик DD2 останавливается и на его выходе формируется случайный двоичный код числа от 0 до 9. С помощью дешифратора DD3 двоичный код преобразуется в семисегментный, и индикатор HG1 индицирует это число. Появление каждого из чисел равновероятно. Играть с лототроном можно по-разному. Например, каждый из играющих пытается угадать цифру, выдаваемую устройством. Выигрывает тот, кто угадает большее число цифр, скажем, из 10 или 20 попыток.

Существует множество игр (нарды, детское лото и др.), в которых бросают кубик и отсчитывают выпавшее при этом число очков. Бросание кубика,

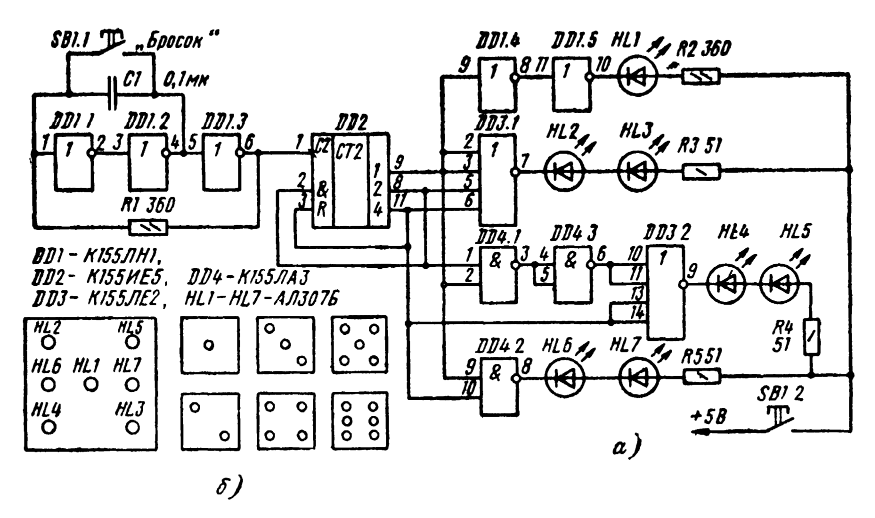


Рис. 4. Электронный кубик:
а — принципиальная схема; б — расположение светодиодов на грани кубика

как известно, равноценно выбору одной цифры из шести возможных от 1 до 6. Рассмотрим схему «электронного кубика», который эту возможность реализует (рис. 4, а). Индикацию «выпавших» очков осуществляют светодиоды HL1 — HL7, расположенные на панели автомата аналогично расположению точек на гранях кубика.

Устройство содержит автогенератор на элементах DD1.1 — DD1.3, счетчик на 6 (DD2) и дешифратор, реализованный на элементах DD1.4, DD1.5, DD3.1, DD3.2, DD4.1 — DD4.3. После включения напряжения питания микросхем импульсы автогенератора периодически переполняют счетчик DD2. Так как кнопка SB1 не нажата и цепь питания светодиодов HL1 — HL7 разомкнута, ни один из них не светит. Момент нажатия на кнопку SB1 соответствует бросанию кубика. При этом колебания автогенератора срываются и счетчик DD2 останавливается. На его выходе формируется случайный двоичный код чисел от 0 до 5, который преобразуется дешифратором. Кроме того, при нажатии на кнопку SB1 на аноды светодиодов подается напряжение питания и на лицевой панели игрушки появляется один из шести рисунков, соответствующих граням кубика (рис. 4, б).

На рис. 5 изображена принципиальная схема двутональной сирены. Она содержит три автогенератора: задающий (ЗГ) на элементах DD1.1, DD1.2 ($f_1 \approx 1$ Гц) и два звуковых — на элементах DD2.1, DD2.2 ($f_2 \approx 500$ Гц) и на элементах DD2.3, DD2.4 ($f_3 \approx 1$ кГц). Чтобы звуковые генераторы работали поочередно, управляющие импульсы на второй звуковой генератор поданы с выхода ЗГ через инвертор DD1.3. В этом случае, пока напряжение на выходе элемента DD1 2 имеет высокий уровень, возбуждается автогенератор, собранный на элементах DD2.1, DD2.2. Когда же на выходе элемента DD1.2 присутствует низкий уровень, возбуждается автогенератор, реализованный на элементах DD2.3, DD2.4. Импульсы с выходов звуковых генераторов через элемент DD1.4, выполняющий операцию логического сложения, подаются на усилитель звуковой частоты (VT1), нагрузкой которого служит динамическая головка BA1. Таким образом, динамическая головка BA1 поочередно воспроизводит два тона 500 Гц и 1 кГц по 0,5 с каждый.

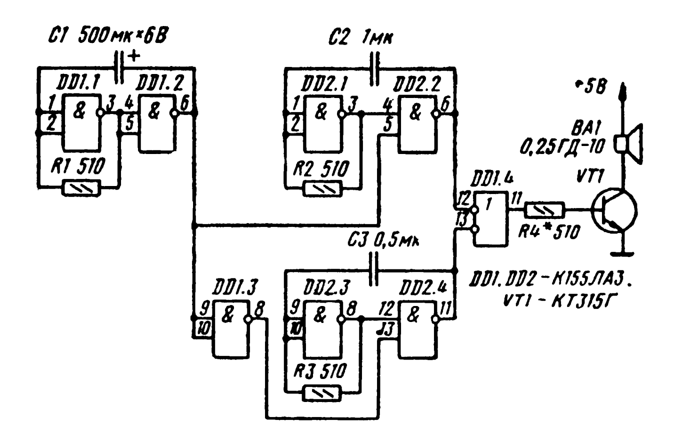


Рис. 5. Принципиальная схема двутональной сирены

Электронные отгадчики

Кто из вас в детстве не был в цирке и не наблюдал выступлений фокусников, поражавших воображение феноменальными возможностями математических вычислений и чтения мыслей на расстоянии? «Задумайте число»,— обращается к Вам фокусник. «Умножьте..., вычтите..., разделите..., зачеркните цифру»,— подает Вам команды фокусник. А потом, узнав результат вычислений и на секунду задумавшись, сообщает Вам задуманное число. Как же ему это удается? Немного повзрослев, Вы, наверно, поняли, что дело тут не в чтении чужих мыслей, а в применении каких-то приемов вычислений, которыми пользуется фокусник. Подобных числовых фокусов очень много. Они описаны в литературе по занимательной математике [15, 22]. А роль отгадчиков при демонстрации этих фокусов с успехом могут выполнить электронные автоматы. Рассмотрим некоторые из них.

На рис. 6 изображена принципиальная схема отгадчика двух чисел. Предложите кому-нибудь задумать два числа, одно из которых превышает другое на единицу, но каждое не больше 9. Затем попросите перемножить два этих числа, из произведения вычесть меньшее число, а результат опять умножить на меньшее из задуманных чисел. После введения объявленного результата в автомат его табло высвечивает задуманные числа.

На передней панели отгадчика (рис. 7) установлены три переключателя на 10 положений и одно направление для ввода результата математических действий, два цифровых индикатора, тумблер «Ответ» и колодка для подачи напряжения питания.

Поясним алгоритм процесса вычислений. Пусть задуманные числа — k и k+1, где $1 \leqslant k \leqslant 8$. После выполнения указанных математических операций будем иметь

$$[k(k+1)-k]k=k^3.$$

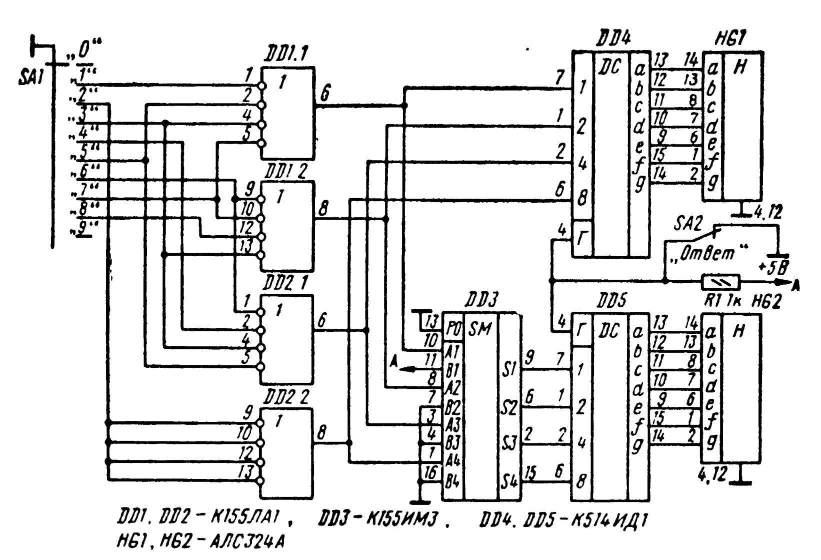


Рис. 6. Принципиальная схема отгадчика двух чисел

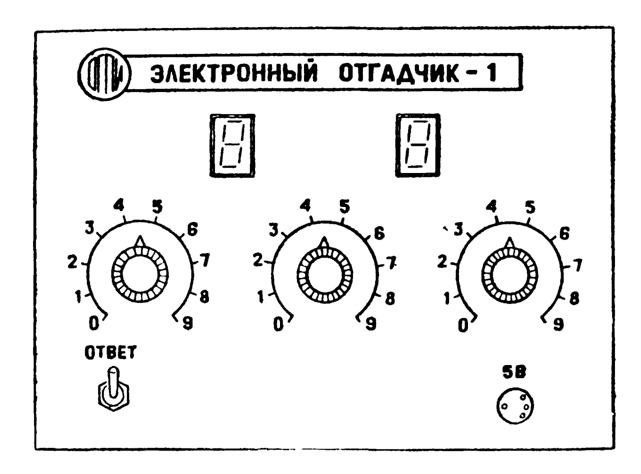


Рис. 7. Передняя панель отгадчика двух чисел

Таким образом, определение наименьшего из задуманных чисел сводится к извлечению кубического корня из результата, что само по себе является сложной технической задачей. Однако с учетом свойств десятичных чисел от 1 до 8 задача существенно упрощается. Действительно, последовательно возводя в куб числа от 1 до 8, получаем

$1^3=1,$
$2^3=8,$
$3^3=27,$
$4^3=64,$
$5^3=125,$
$6^3=216,$
$7^3=343,$
$8^3=512.$

Нетрудно видеть, что каждое из полученных чисел оканчивается на одну из цифр от 1 до 8 и никакие два числа не оканчиваются на одну и ту же цифру. Таким образом, по последней цифре результата математических преобразований можно определить задуманные числа, пользуясь табл. 1.

Таблица 1

Последняя цифра	1	2	3	4	5	6	7	8
Задуманные числа	1; 2	8; 9	7; 8	4; 5	5; 6	6; 7	3; 4	2; 3

Тем не менее для того чтобы играющий не почувствовал «подвоха», на передней панели отгадчика установлены три переключателя для ввода результатов вычислений. Два из них являются «бутафорскими», и на схеме рис. 6 не показаны.

В автомате имеется шифратор на элементах DD1.1, DD1.2, DD2.1, DD2 2, сумматор DD3, два дешифратора DD4, DD5 и цифровые индикаторы HG1, HG2, которые при размыкании тумблера SA2 «Ответ» индицируют загаданные числа. Шифратор преобразует позиционный код, набираемый переключателем, в двоичный код меньшего из загаданных чисел k. Двоичный код этого числа подается на дешифратор DD4, преобразующий его в семисегментный, в результате чего индикатор HG1 индицирует меньшее из загаданных чисел.

Кроме этого, двоичный код числа k подается на входы A1 — A4 сумматора DD3, вход переноса которого P0 соединен с общим проводом, а на входы B1 — B4 подан двоичный код десятичного числа 1. В результате на выходе сумматора формируется двоичный код большего из загаданных чисел, который преобразуется дешифратором DD5 в семисегментный. Индикатор HG2 высвечивает число k+1. Вводить в отгадчик число следует при замкнутых контактах переключателя SA2, в этом случае индикаторы HG1 и HG2 погашены. После

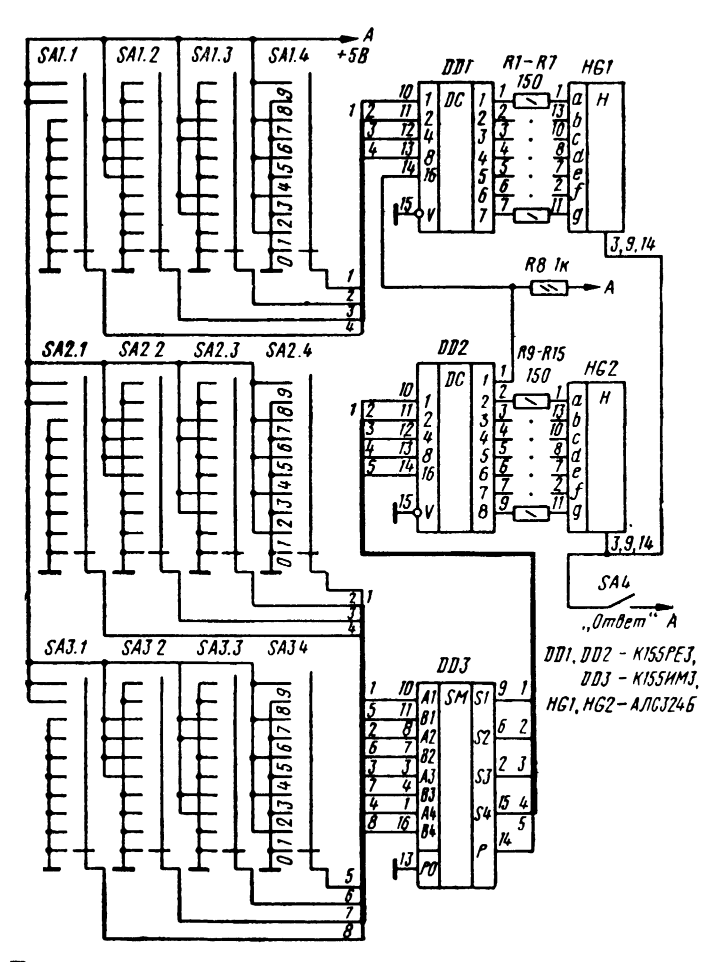


Рис. 8. Принципиальная схема отгадчика двузначных чисел

размыкания контактов тумблера «Ответ» на индикаторах HG1, HG2 высвечиваются загаданные числа.

Следует отметить, что аппаратурные затраты можно уменьшить, заменив сумматор DD3 и дешифратор DD5 постоянным запоминающим устройством K155PE3 с «прошивкой», обеспечивающей преобразование кода числа k в семисегментный код числа k+1. Составьте таблицу программирования этого ПЗУ самостоятельно.

Второй отгадчик, принципиальная схема которого изображена на рис. 8, может отгадывать двузначные числа (например, возраст играющего). Алгоритм «отгадывания» описан в [18] и заключается в следующем. Задумайте любое двузначное число XY и умножьте его на 10. Задумайте другое, но теперь однозначное число и умножьте его на 9. Из первого произведения вычтите второе и результат (в общем случае трехзначное число mnk) введите в отгадчик.

Известно, что

при $n+k<10$ $X=m$, $Y=n+k$,
при $n+k\geqslant 10$ $X=m+1$, $Y=n+k-10$.

По сравнению с известным аналогом [18] описываемый отгадчик более прост по схеме. Кроме того, он обеспечивает бо́льшую наглядность за счет индикации вводимого числа соответствующими положениями переключателей, в то время как в аналоге ввод числа осуществляется многократным нажатием кнопок «m», «n», «k». В результате могли возникать ошибки за счет невнимательности игрока.

С помощью трех переключателей SA1, SA2 и SA3 (например, типа П2Г-3 на 10 положений и 4 направления) формируются двоичные коды чисел m (SA1), n (SA2) и k (SA3). Эти переключатели могут быть заменены переключателями типа ПП10 (они изображены на передней панели отгадчика на рис. 9). Двоичные коды чисел n, k подаются на входы сумматора DD3, на выходе которого формируется пятиразрядный двоичный код суммы n+k. Таблица 2 программирования постоянного запоминающего устройства ПЗУ DD2 в 16-ричном коде имеет вид

Таблица 2

Адрес	0	1	2	3	4	5	6	7
00	80	F2	48	60	32	24	04	F0
10	05	F1	01	XX	XX	XX	XX	XX

Продолжение

Адрес	8	9	A	B	C	D	E	F
00	00	20	81	F3	49	61	33	25
10	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX

Знак XX показывает, что код на выходе ПЗУ по заданному адресу безразличен. Дешифратор DD2 преобразует код с выхода сумматора DD3 таким образом, что при $n+k<10$ на выходах 2—8 DD2 формируется семисегментный код этой суммы и индикатор HG2 индицирует цифру $Y=n+k$. В этом случае

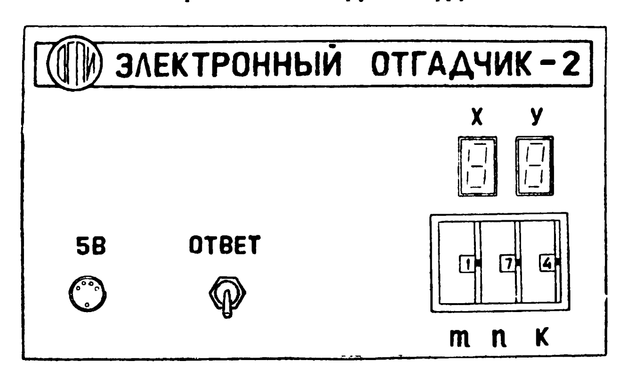


Рис. 9. Передняя панель отгадчика двузначных чисел

на выходе 1 ПЗУ DD2 формируется низкий уровень. При $n+k \geqslant 10$ на выходах 2—8 ПЗУ DD2 формируется семисегментный код числа $n+k-10$, а на выходе 1 — высокий уровень.

Дешифратор DD1 работает следующим образом. При подаче на вход 16 низкого уровня на его выходе формируется семисегментный код числа m, двоичный код которого подан с переключателя SA1 на входы 1, 2, 4, 8 дешифратора. Если же на вход 16 DD1 подан высокий уровень, то семисегментный код на выходе ПЗУ эквивалентен двоичному коду числа $m+1$. Индикатор HG1 индицирует, таким образом, цифру X. Таблица 3 программирования этого ПЗУ имеет вид.

Таблица 3

Адрес	0	1	2	3	4	5	6	7
00	40	79	24	30	19	12	02	78
10	79	24	30	19	12	02	78	00

Продолжение

Адрес	8	9	A	B	C	D	E	F
00	00	10	XX	XX	XX	XX	XX	XX
10	10	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX

На рис. 10 изображена принципиальная схема отгадчика имен. На передней панели этого отгадчика (рис. 11) расположены 16 светодиодов, рядом с каждым из них написано какое-либо мужское или женское имя. В размещенных ниже четырех столбцах есть некоторые из этих имен.

Автомат работает следующим образом. Задумайте одно из имен, указанных в верхней части панели, а потом переведите в верхнее положение тумблеры, расположенные под теми столбцами, где встречается задуманное имя. После нажатия на кнопку SB1 «Ответ» включится светодиод, соответствующий задуманному имени. Дешифратор преобразует четырехразрядный двоичный код, набираемый тумблерами SA1 — SA4, в позиционный 16-разрядный код. При появлении низкого уровня на выходе дешифратора, двоичный код которого набран тумблерами, включается соответствующий светодиод, индицирующий загаданное имя.

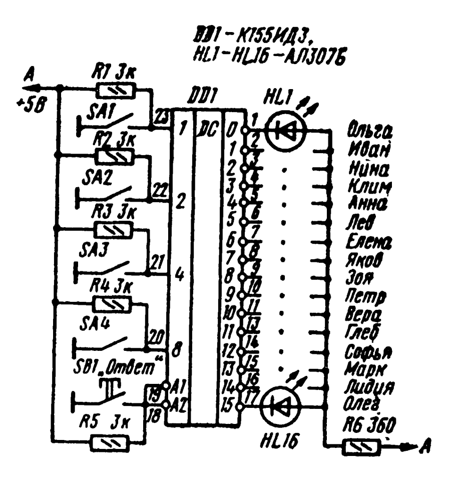


Рис. 10. Принципиальная схема отгадчика имен

По такому же принципу могут быть

ЭЛЕКТРОННЫЙ ОТГАДЧИК-3

ИВАН	ЛЕВ	ПЕТР	МАРК
НИНА	ЕЛЕНА	ВЕРА	ЛИДИЯ
КЛИМ	ЯКОВ	ГЛЕБ	ОЛЕГ
АННА	ЗОЯ	СОФЬЯ	ОЛЬГА

ЗОЯ	АННА	НИНА	ИВАН
ПЕТР	ЛЕВ	КЛИМ	КЛИМ
ВЕРА	ЕЛЕНА	ЕЛЕНА	ЛЕВ
ГЛЕБ	ЯКОВ	ВЕРА	ПЕТР
СОФЬЯ	ОЛЕГ	ЯКОВ	ОЛЕГ
МАРК	СОФЬЯ	ГЛЕБ	ЯКОВ
ЛИДИЯ	МАРК	ОЛЕГ	ГЛЕБ
ОЛЕГ	ЛИДИЯ	ЛИДИЯ	МАРК

ОТВЕТ 5В

Рис. 11. Передняя панель отгадчика имен

выполнены отгадчики, обеспечивающие проведение популярных в настоящее время психологических тестов. Варианты подобных отгадчиков приведены в [14].

Автоматические светодинамические установки

Автоматы, реализующие световые эффекты, издавна привлекают внимание юных радиолюбителей, широко использующих их для переключения елочных гирлянд, светового оформления клубных помещений и дискотек, иллюминации декоративных масок, аттракционов.

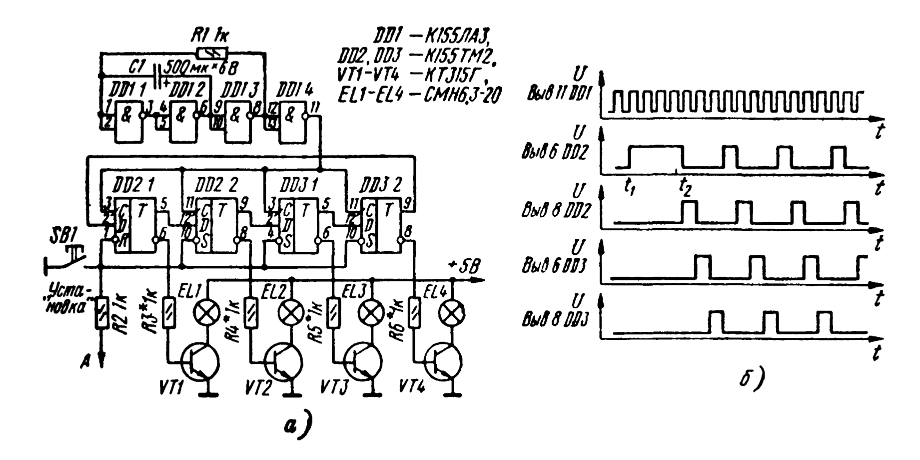


Рис. 12. Автомат «бегущие огни» на D-триггерах:
а — принципиальная схема; б — диаграммы напряжений

Простейшие однопрограммные автоматы могут быть реализованы на тактируемых D-триггерах, регистрах, счетчиках и дешифраторах. Рассмотрим несколько устройств, реализация которых доступна начинающим радиолюбителям.

На рис. 12, а изображена схема автомата «бегущие огни», основным узлом которого является последовательный сдвиговый регистр на D-триггерах. Первоначально нажатием на кнопку SB1 «Установка» триггер DD2.1 устанавливается в нулевое, а остальные триггеры в единичное состояние (момент t_1 на рис. 12, б). В результате включается лампа EL1, остальные — выключены. После отпускания кнопки SB1 (момент t_2) по фронту каждого импульса задающего генератора, собранного на элементах DD1.1 — DD1.4, положение светящейся лампы смещается на одну позицию. Диаграммы напряжений, поясняющие принцип действия автомата, изображены на рис. 12, б.

С помощью описанного автомата можно также реализовать эффект «бегущая тень». Для этого достаточно соединить с кнопкой SB1 S-вход триггера DD2.1 и R-входы триггеров DD2.2, DD3.1, DD3.2.

Другая схема автомата «бегущие огни», реализованного на универсальном регистре К155ИР1, изображена на рис. 13, а.

На рис. 13, б представлены диаграммы, поясняющие работу устройства. По нажатию на кнопку SB1 «Установка» (момент t_1) на вход V2 регистра подается высокий уровень, регистр работает в режиме параллельной записи информации со входов D1 — D4 по тактам, подаваемым на вход C2 регистра с выхода генератора тактов. В результате на выходе 1 формируется низкий уровень и включается лампа EL1, а на остальных выходах — высокий уровень и лампы EL2 — EL4 не светят.

После отпускания кнопки SB1 (момент t_2) регистр переходит в режим последовательного сдвига информации по импульсам, подаваемым от тактового генератора на вход C1 регистра. Так как регистр выполнен кольцевым (выход 8 соединен со входом V1), то информация на выходах регистра изменяется на один шаг по каждому входному импульсу.

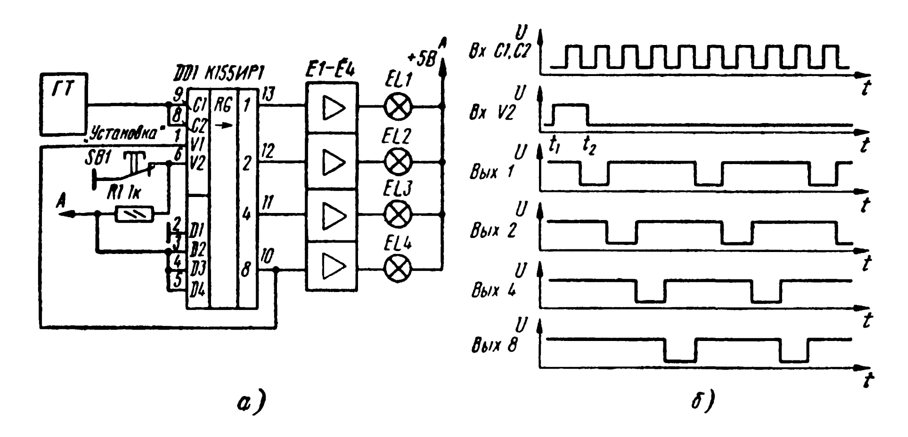


Рис. 13. Автомат «Бегущие огни» на универсальном регистре:
а — принципиальная схема; б — диаграммы напряжений

Усилители мощности E1 — E4 работают таким образом, что лампы светят при низком уровне напряжения на выходе регистра. Схему усилителя выбирают, исходя из мощности коммутируемых ламп и напряжения источника питания. Усилители могут быть реализованы на транзисторах и тиристорах. Возможные варианты их исполнения описаны в [21, 27].

На рис. 14, а изображена схема автомата, реализующего два эффекта: «бегущие огни» и реверс «бегущих огней». На рис. 14, б показаны временные диаграммы напряжений в некоторых характерных точках устройства.

Путем несложной замены неинвертирующих усилителей мощности на инвертирующие могут быть получены эффекты «бегущая тень» и реверс «бегущей тени».

Устройство содержит тактовый генератор ГТ, двоичный реверсивный счетчик DD2, дешифратор DD3, восемь усилителей мощности E1 — E8, нагрузкой которых являются лампы EL1 — EL8. На элементах DD1.1 — DD1.4 собран узел коммутации, обеспечивающий поочередную подачу импульсов с выхода тактового генератора на суммирующий или вычитающий входы реверсивного счетчика.

После включения автомата RS-триггер на элементах DD1.1, DD1.2 устанавливается в одно из двух устойчивых состояний, предположим, что в единичное. В этом случае импульсы ГТ через элемент DD1.3 поступают на суммирующий вход счетчика DD2, а на вычитающий вход подается высокий уровень. В результате код на выходе счетчика монотонно увеличивается, а на выходах дешифратора DD3 последовательно появляются импульсы низкого уровня. При низком уровне на входе усилителя светит соответствующая лампа. Таким образом, возникает эффект «бегущих огней». Когда код на выходах счетчика станет равным 111, на выходе 7 дешифратора появится низкий уровень, включится лампа EL8, а триггер на элементах DD1.1, DD1.2 перебросится в нулевое состояние. Импульсы ГТ через элемент DD1.4 будут теперь поступать на вычитающий вход счетчика, а на суммирующем появится высокий уровень. Код на выходе счетчика DD2 монотонно уменьшается, в результате чего

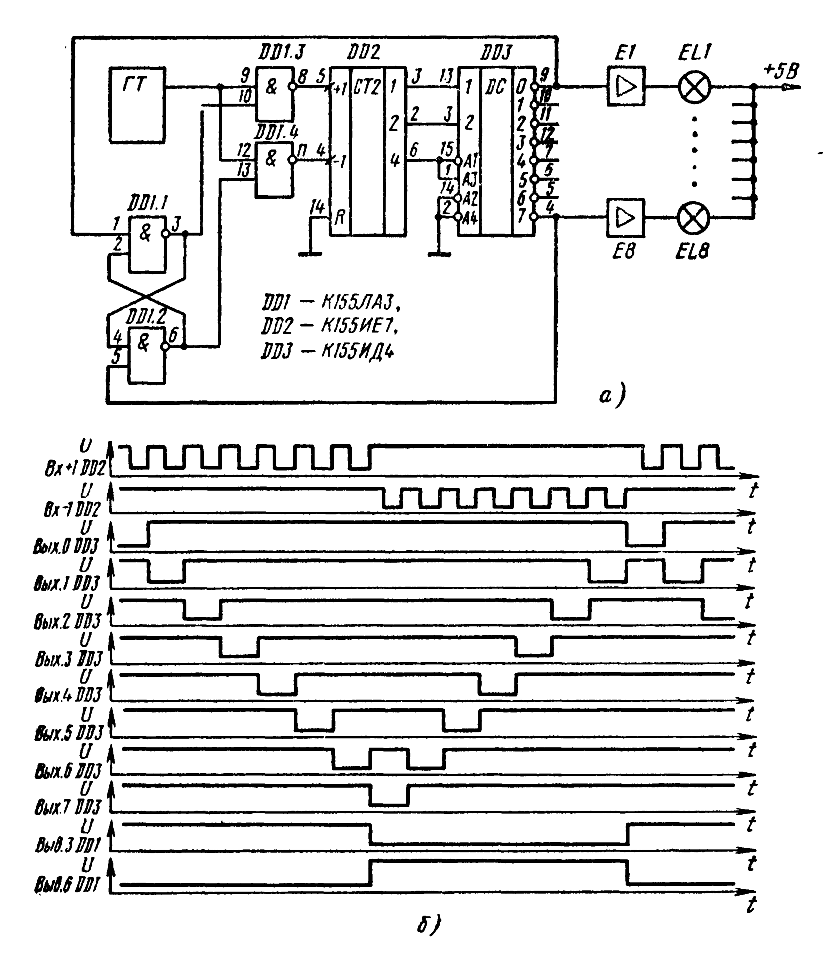


Рис. 14. Автомат световых эффектов на реверсивном счетчике:
а — принципиальная схема; б — временные диаграммы напряжений

огни «бегут» в обратную сторону (реверс «бегущих огней»). Когда код на выходах счетчика станет равным 000 и низкий уровень появится на выходе 0 дешифратора, RS-триггер вновь перебросится в единичное состояние и процесс повторится.

Одним из направлений в разработке автоматов световых эффектов является расширение их функциональных возможностей за счет увеличения числа воспроизводимых эффектов и автоматического перебора программ переключения источников света [8, 29].

Описанное ниже устройство позволяет по программе, записанной в постоянное запоминающее устройство, обеспечивать 32 световых эффекта. При необходимости изменения программы воспроизведения световых эффектов достаточно заменить ПЗУ.

Автомат собран на широко распространенных микросхемах общего применения. Использование оптронных пар светодиод — фототранзистор обеспечивает гальваническую развязку цепей управления от цепей нагрузки.

Принципиальная схема многофункционального автомата световых эффектов показана на рис. 15. Устройство содержит задающий генератор, собранный на элементах DD1.1 — DD1.4, восьмиразрядный двоичный счетчик DD2, DD3, постоянное запоминающее устройство DD4, оптронные ключи U1 — U4 для управления тринисторами VS1 — VS8, нагрузкой которых являются лампы накаливания EL1 — EL8.

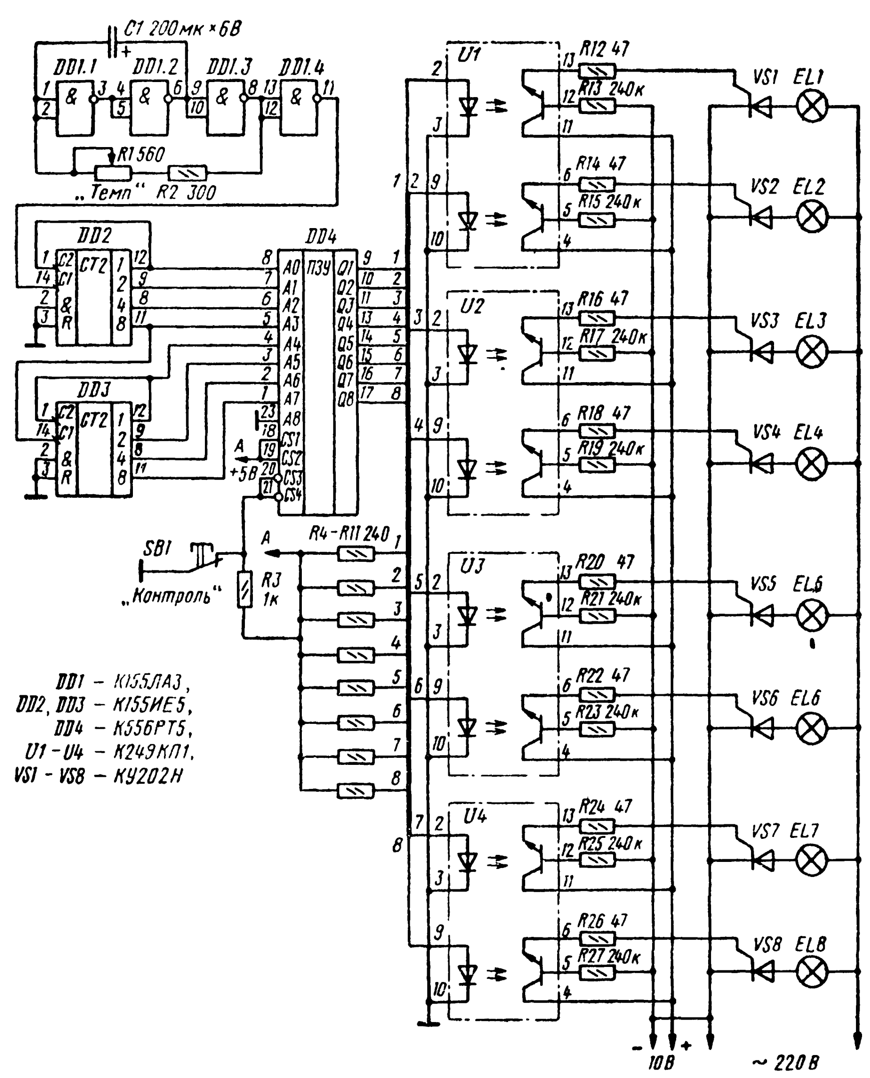


Рис. 15. Принципиальная схема многофункционального автомата световых эффектов

Таблица 4

Адрес 10-тичный	Код выходной		Эффект	Адрес 10-тичный	Код выходной		Эффект
	двоичный	16-ричный			двоичный	16-ричный	
00	0 0 0 0 0 0 0 1	01	Бегущие огни	48	0 0 0 0 0 0 0 0	00	Попеременное включение и выключение
01	0 0 0 0 0 0 1 0	02		49	1 1 1 1 1 1 1 1	FF	
02	0 0 0 0 0 1 0 0	04		50	0 0 0 0 0 0 0 0	00	
03	0 0 0 0 1 0 0 0	08		51	1 1 1 1 1 1 1 1	FF	
04	0 0 0 1 0 0 0 0	10		52	0 0 0 0 0 0 0 0	00	
05	0 0 1 0 0 0 0 0	20		53	1 1 1 1 1 1 1 1	FF	
06	0 1 0 0 0 0 0 0	40		54	0 0 0 0 0 0 0 0	00	
07	1 0 0 0 0 0 0 0	80		55	1 1 1 1 1 1 1 1	FF	
08	1 0 0 0 0 0 0 0	80	Реверс бегущих огней	56	0 0 0 0 0 0 0 1	01	Накапливающееся включение
09	0 1 0 0 0 0 0 0	40		57	0 0 0 0 0 0 1 1	03	
10	0 0 1 0 0 0 0 0	20		58	0 0 0 0 0 1 1 1	07	
11	0 0 0 1 0 0 0 0	10		59	0 0 0 0 1 1 1 1	0F	
12	0 0 0 0 1 0 0 0	08		60	0 0 0 1 1 1 1 1	1F	
13	0 0 0 0 0 1 0 0	04		61	0 0 1 1 1 1 1 1	3F	
14	0 0 0 0 0 0 1 0	02		62	0 1 1 1 1 1 1 1	7F	
15	0 0 0 0 0 0 0 1	01		63	1 1 1 1 1 1 1 1	FF	
16	1 1 1 1 1 1 1 0	FE	Бегущая тень	64	1 1 1 1 1 1 1 1	FF	Реверс накапливающегося включения
17	1 1 1 1 1 1 0 1	FD		65	0 1 1 1 1 1 1 1	7F	
18	1 1 1 1 1 0 1 1	FB		66	0 0 1 1 1 1 1 1	3F	
19	1 1 1 1 0 1 1 1	F7		67	0 0 0 1 1 1 1 1	1F	
20	1 1 1 0 1 1 1 1	EF		68	0 0 0 0 1 1 1 1	0F	
21	1 1 0 1 1 1 1 1	DF		69	0 0 0 0 0 1 1 1	07	
22	1 0 1 1 1 1 1 1	BF		70	0 0 0 0 0 0 1 1	03	
23	0 1 1 1 1 1 1 1	7F		71	0 0 0 0 0 0 0 1	01	

Адрес 10-тичный	Код выходной		Эффект	Адрес 10-тичный	Код выходной		Эффект
	двоичный	16-ричный			двоичный	16-ричный	
24	0 1 1 1 1 1 1 1	7F	Реверс бегущей тени	72	0 0 0 0 0 0 0 0	00	Диагональное включение
25	1 0 1 1 1 1 1 1	BF		73	1 0 0 0 0 0 0 1	81	
26	1 1 0 1 1 1 1 1	DF		74	0 1 0 0 0 0 1 0	42	
27	1 1 1 0 1 1 1 1	EF		75	0 0 1 0 0 1 0 0	24	
28	1 1 1 1 0 1 1 1	F7		76	0 0 0 1 1 0 0 0	18	
29	1 1 1 1 1 0 1 1	FB		77	0 0 1 0 0 1 0 0	24	
30	1 1 1 1 1 1 0 1	FD		78	0 1 0 0 0 0 1 0	42	
31	1 1 1 1 1 1 1 0	FE		79	1 0 0 0 0 0 0 1	81	
32	1 1 1 1 1 1 1 0	FE	Накапливающееся выключение	80	0 0 0 0 0 0 0 0	00	Бегущие «двойки»
33	1 1 1 1 1 1 0 0	FC		81	0 0 0 0 0 0 1 1	03	
34	1 1 1 1 1 0 0 0	F8		82	0 0 0 0 0 1 1 0	06	
35	1 1 1 1 0 0 0 0	F0		83	0 0 0 0 1 1 0 0	0C	
36	1 1 1 0 0 0 0 0	E0		84	0 0 0 1 1 0 0 0	18	
37	1 1 0 0 0 0 0 0	C0		85	0 0 1 1 0 0 0 0	30	
38	1 0 0 0 0 0 0 0	80		86	0 1 1 0 0 0 0 0	60	
39	0 0 0 0 0 0 0 0	00		87	1 1 0 0 0 0 0 0	C0	
40	1 0 0 0 0 0 0 0	80	Реверс накапливающегося выключения	88	1 1 0 0 0 0 0 0	C0	**Реверс бегущих «двоек»**
41	1 1 0 0 0 0 0 0	C0		89	0 1 1 0 0 0 0 0	60	
42	1 1 1 0 0 0 0 0	E0		90	0 0 1 1 0 0 0 0	30	
43	1 1 1 1 0 0 0 0	F0		91	0 0 0 1 1 0 0 0	18	
44	1 1 1 1 1 0 0 0	F8		92	0 0 0 0 1 1 0 0	0C	
45	1 1 1 1 1 1 0 0	FC		93	0 0 0 0 0 1 1 0	06	
46	1 1 1 1 1 1 1 0	FE		94	0 0 0 0 0 0 1 1	03	
47	1 1 1 1 1 1 1 1	FF		95	0 0 0 0 0 0 0 0	00	

Задающий генератор вырабатывает импульсы, частоту которых можно изменять резистором R1 («Темп») в пределах 2...6 Гц. Эти импульсы поступают на включенные последовательно четырехразрядные двоичные счетчики DD2 и DD3, выходы которых подключены ко входам A0 — A7 ПЗУ DD4. Изменение кода на выходах 1, 2, 4 счетчика DD2 обеспечивает формирование одного светового эффекта. На остальных выходах счетчиков DD2 и DD3 формируются адреса кодов программ, хранимых в ПЗУ. При нажатии на кнопку SB1 «Контроль» на всех выходах ПЗУ формируется высокий уровень, обеспечивающий включение всех ламп для контроля их исправности. Принцип управления тринисторами VS1 — VS8 состоит в следующем. Если к светодиоду приложен единичный уровень напряжения, то светодиод включается и открывает оптически связанный с ним фототранзистор оптопары. При этом тринистор открывается, включая лампу накаливания (или группу ламп). Следует отметить, что ток через лампу течет только в течение полупериода сетевого напряжения, поэтому она светится вполнакала. Для обеспечения полной яркости свечения ламп цепь тринистор — нагрузка следует подключить к выходу мощного двухполупериодного выпрямителя напряжения. Максимальный ток нагрузки в каждом из восьми каналов составляет 2 А. Используемое в устройстве ПЗУ К556РТ5 позволяет управлять работой восьми источников света. Автомат содержит два источника питания: стабилизированный 5 В, 0,5 А — для питания микросхем и нестабилизированный 10 В, 200 мА — для питания оптронных ключей.

Карта программирования ПЗУ на 12 световых эффектов приведена в табл. 4. Число программ можно увеличить до 64 (что позволит полностью реализовать информационную емкость ПЗУ). Счетчик для этого потребуется выполнить девятиразрядным. Попробуйте сами дополнить таблицу программирования. Конкретный набор программ, в конце концов, определяется эстетическими запросами и фантазией пользователя. В производственных условиях ПЗУ программируют чаще всего с помощью автоматических программаторов, в память которых заносят необходимую программу [4, 5, 17]. В любительских условиях целесообразно использование ручного программатора [20].

Следует отметить, что описанное устройство может эффективно использоваться и в сочетании с цветомузыкальной установкой, при условии, что она имеет восемь независимых каналов. Такая комбинация позволяет получать разнообразные аудовизуальные программы высокой сложности.

Музыкальные шкатулки

Одним из интересных направлений в техническом творчестве юных радиолюбителей является создание программируемых музыкальных автоматов. Известные устройства [16, 26, 30] воспроизводят одну мелодию с числом нот от 8 [26] до 64 [16]. Принципы построения музыкальных автоматов разнообразны. Так, в [26] на каждую ноту выполняют автономный генератор, а исполнение мелодии обеспечено последовательным мультиплексированием сигналов указанных генераторов. Для смены мелодии изменяют соединения выходов генераторов со входами мультиплексоров. Аппаратурные затраты при такой схемной реализации музыкальной шкатулки очень велики, так как для перекрытия динамического диапазона в две октавы необходимы 24 генератора тона.

Затраты удается существенно уменьшить, если тон изменять переключением частотозадающих резисторов, включаемых в схему генератора с помощью

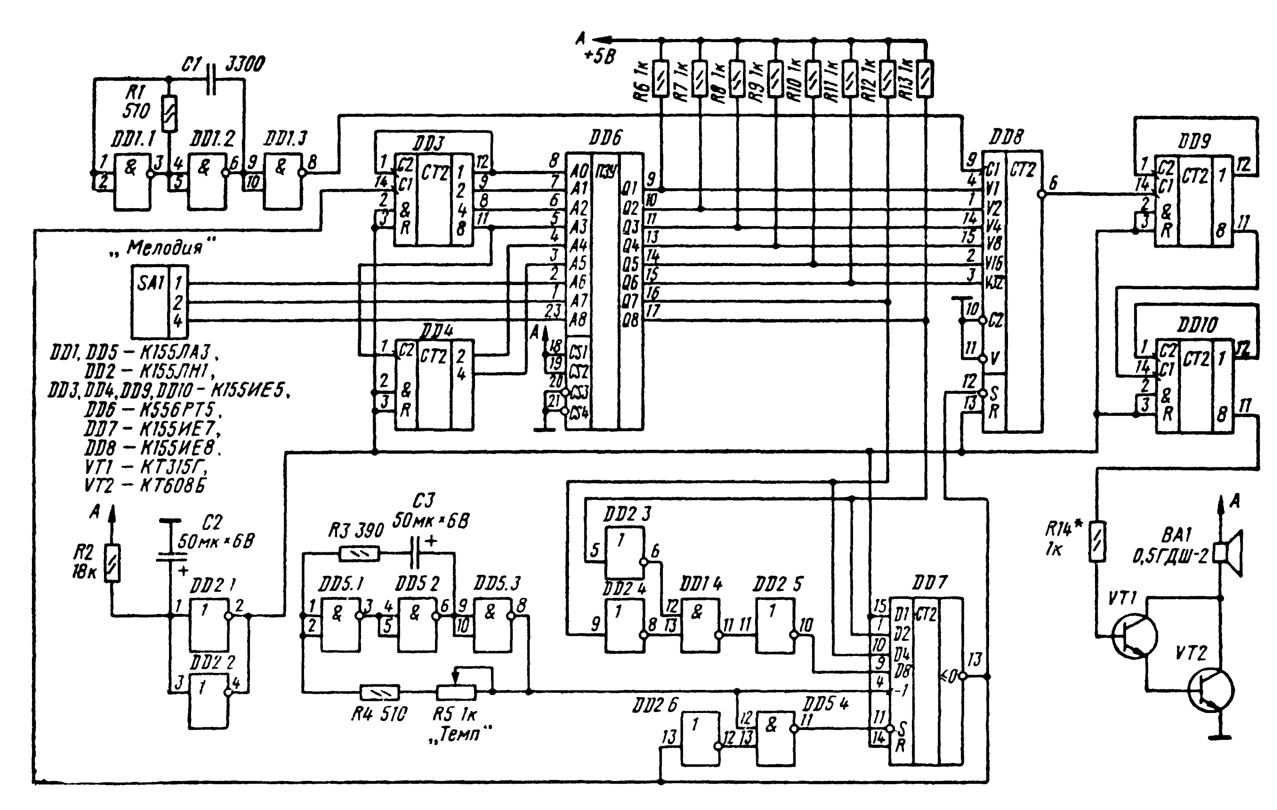


Рис. 16. Принципиальная схема автомата «Музыкальная шкатулка-1»

дешифратора К155ИД3 [30]. Однако в этом случае для изменения характера исполняемой мелодии необходимо выполнить значительный объем регулировочных работ по подбору резисторов, включаемых в схему. Кроме того, частота тона заметно зависит от напряжения питания, поэтому требования к стабильности напряжения существенно возрастают.

Значительный недостаток обоих схемных решений — принципиальная невозможность изменения длительности звучания нот и пауз, что накладывает существенные ограничения на выбор исполняемых фрагментов. Указанных недостатков лишена музыкальная шкатулка [16], в которой частоту задающего генератора преобразуют в частоты равномерно темперированного строя, коды нот и длительность их звучания записывают в блок памяти, состоящий из двух ПЗУ К155РЕ3. Однако ввиду незначительного объема памяти шкатулки исполняет только один музыкальный фрагмент длительностью 64 ноты.

В описываемом ниже устройстве за счет использования ПЗУ К556РТ5 число исполняемых фрагментов увеличено до восьми при сохранении числа нот в каждой мелодии до 64.

Принципиальная схема автомата «Музыкальная шкатулка-1» изображена на рис. 16. Устройство содержит задающий генератор на элементах DD1.1 — DD1.3; делитель частоты с переменным коэффициентом деления (ДПКД) на счетчике DD8 и делитель частоты с постоянным коэффициентом деления, равным 256 (DD9, DD10); счетчик нот (DD3, DD4); тактовый генератор на элементах DD5.1 — DD5.3; формирователь длительности звучания ноты, включающий элементы DD2.3 — DD2.6, DD1.4, DD5.4 и реверсивный счетчик DD7; усилитель звуковой частоты на транзисторах VT1, VT2, нагрузкой которого служит динамическая головка BA1. Узел, состоящий из резистора R2, конденсатора C2 и элементов DD2.1, DD2.2, обеспечивает установку счетчиков устройства в нулевое состояние после включения питания, ДПКД реализован на микросхеме К155ИЕ8, которая позволяет за счет подачи соответствующего кода на адресные входы V1, V2, V4, V8, V16, V32 выделять от 1 до 63 импульсов из 64, поданных на вход C1 (коэффициент деления от 64/63 до 64). Частоты нот

Таблица 5

Нота	Октава 1								Октава 2							
	частота ноты, Гц	M	Входы						частота ноты, Гц	M	Входы					
			V32	V16	V8	V4	V2	V1			V32	V16	V8	V4	V2	V1
До	262	17	0	1	0	0	0	1	523	34	1	0	0	0	1	0
До-диез	277	18	0	1	0	0	1	0	554	36	1	0	0	1	0	0
Ре	294	19	0	1	0	0	1	1	587	38	1	0	0	1	1	0
Ре-диез	311	20	0	1	0	1	0	0	622	40	1	0	1	0	0	0
Ми	330	21	0	1	0	1	0	1	659	42	1	0	1	0	1	0
Фа	349	22	0	1	0	1	1	0	698	45	1	0	1	1	0	1
Фа-диез	370	24	0	1	1	0	0	0	740	47	1	0	1	1	1	1
Соль	392	25	0	1	1	0	0	1	784	50	1	1	0	0	1	0
Соль-диез	415	27	0	1	1	0	1	1	831	53	1	1	0	1	0	1
Ля	440	28	0	1	1	1	0	0	880	56	1	1	1	0	0	0
Ля-диез	466	30	0	1	1	1	1	0	932	60	1	1	1	1	0	0
Си	494	32	1	0	0	0	0	0	988	63	1	1	1	1	1	1

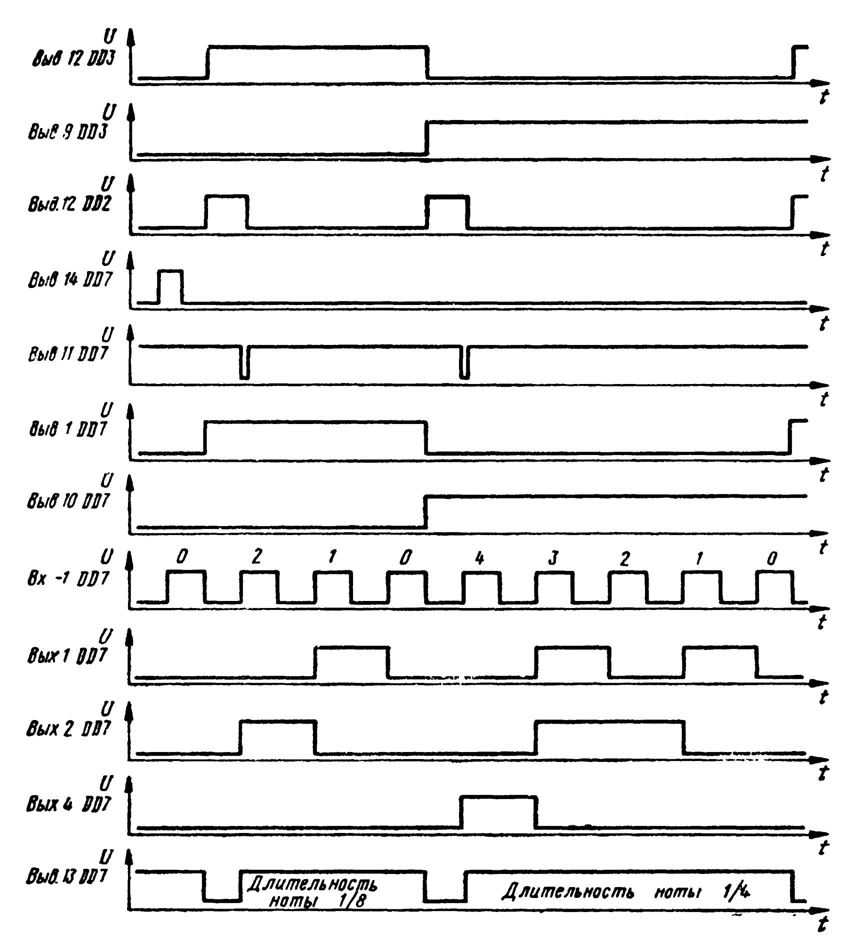


Рис. 17. Временные диаграммы напряжений

можно выразить через число импульсов М на выходе счетчика DD8. Значения частоты и числа М для всех нот в пределах двух октав сведены в табл. 5.

Число М и длительность ноты записываются в постоянное запоминающее устройство DD6 (в разряды Q1 — Q6 число М, в разряды Q7, Q8 — длительность ноты). Кодировка длительности нот имеет вид: 00 — 1/2 ноты, 10 — 1/4 ноты, 01 — 1/8 ноты и 11 — 3/8 ноты.

Временные диаграммы напряжений на элементах схемы изображены на рис. 17.

После включения устройства напряжения на конденсаторе С2 равно нулю и высокий уровень с выходов элементов DD2.1, DD2.2 обнуляет все счетчики. По срезу тактового импульса на входе — 1 счетчика DD7 на выходе переноса $\leqslant 0$ формируется отрицательный перепад напряжения, который увеличивает на 1 код на выходе счетчика DD3. Низкий уровень с выхода переноса $\leqslant 0$ счет-

чика DD7 запрещает выход импульсов со счетчика DD8. С выходов Q1 — Q6 ПЗУ DD6 на входы V1, V2, V4, V8, V16, V32 счетчика DD8 поступает код первой ноты, а код длительности поступает с выходов Q7, Q8 ПЗУ на входы инверторов DD2.3, DD2.4. По фронту тактового импульса на выходе элемента DD5.4 формируется низкий уровень, и счетчик DD7 устанавливается в состояние, соответствующее коду на входах D1, D2, D4, D8, а на выходе ⩽0 появляется высокий уровень, разрешающий работу счетчика DD8. Импульсы с выхода счетчика DD8 имеют неравномерную скважность, которая уменьшается счетчиками DD9, DD10. С выхода 8 счетчика DD10 импульса с частотой, соответствующей первой ноте фрагмента, поступают на усилитель мощности VT1, VT2.

Импульсы тактового генератора DD5.1 — DD5.3 последовательно уменьшают код на выходе счетчика DD7 (выходы 1, 2, 4, 8 на схеме не показаны), и при переходе его в нулевое состояние на выходе ⩽0 снова появляется низкий уровень, который увеличивает на 1 код на выходе счетчика нот DD3, DD4. На выходах ПЗУ формируются коды следующей ноты и длительности ее звучания. Затем описанный цикл повторяется. На выходе переключателя SA1 (типа ПП10 МВ) формируется трехразрядный двоичный код. Каждому положению переключателя SA1 соответствуют свой код на входах A6 — A8 ПЗУ, а значит, и своя мелодия. Максимальное число нот в каждом музыкальном фрагменте — 64, что обеспечивается изменением кодов на адресных входах A0 — A5 ПЗУ.

В табл. 6 приведена программа программирования ПЗУ популярной песни М. Блантера «Катюша», в табл. 7 — коды на выходе ПЗУ для исполнения мелодий песен «Пусть всегда будет солнце», «Родина слышит», «Там, вдали за рекой», «Спят курганы темные», «Подмосковные вечера» и «Прощание». Методика составления программ ясна из табл. 5, 6. Читатели, знакомые с нотной грамотой, легко напишут программу для «прошивки» ПЗУ, обеспечивающую исполнение любой мелодии.

Рассмотренная выше шкатулка имеет определенный недостаток: две одинаковые по тону ноты, следующие друг за другом, звучат как одна длинная. Это обусловлено небольшим интервалом регулировки длительности нот и пауз. Минимальная длительность пауз и нот в этой музыкальной шкатулке равна 1/8 при максимальной длительности одной ноты 1/2. Диапазон изменения длительности нот можно увеличить за счет увеличения разрядности ПЗУ, задающего длительность нот и пауз, однако при этом возрастают аппаратурные затраты и, как следствие, потребляемая мощность и габаритные размеры.

Передняя панель шкатулки изображена на рис. 18. Переключатель «Мелодия» позволяет делать выбор исполняемого музыкального фрагмента. Микросхема ПЗУ вставляется в колодку «Программа», расположенную на передней панели, при необходимости изменение музыкальной программы осуществляется заменой ПЗУ. Изменение темпа исполняемой мелодии осуществляется регулятором «Темп».

В автомате «Музыкальная шкатулка-2», принципиальная схема которой изображена на рис. 19, диапазон изменения длительности нот и пауз расширен в 4 раза без увеличения аппаратурных затрат. За счет использования ПЗУ 573 РФ2 с емкостью 2048 байтовых слов реализовано устройство, воспроизводящее восемь мелодий по 128 нот в каждой. С этой целью увеличена разрядность счетчика нот DD2, DD3 (семь вместо шести), введен формирователь импульсов на D-триггере DD10.1. Принцип формирования темперированного зву-

Таблица 6

Адрес 10-тичный	Октава	Нота	Длительность ноты	M	Выходы ПЗУ								16-ричный код
					Q8	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	
00	—	Пауза	1/2	—	0	0	0	0	0	0	0	0	00
01	1	Ля	3/8	28	1	1	0	1	1	1	0	0	DC
02	1	Си	1/8	32	1	0	1	0	0	0	0	0	A0
03	2	До	3/8	34	1	1	1	0	0	0	1	0	E2
04	1	Ля	1/8	28	1	0	0	1	1	1	0	0	9C
05	2	До	1/8	34	1	0	1	0	0	0	1	0	A2
06	2	До	1/8	34	1	0	1	0	0	0	1	0	A2
07	1	Си	1/8	32	1	0	1	0	0	0	0	0	A0
08	1	Ля	1/8	28	1	0	0	1	1	1	0	0	9C
09	1	Си	1/4	32	0	1	1	0	0	0	0	0	60
10	1	Ми	1/8	21	1	0	0	1	0	1	0	1	95
11	—	Пауза	1/8	—	1	0	0	0	0	0	0	0	80
12	1	Си	3/8	32	1	1	1	0	0	0	0	0	E0
13	2	До	1/8	34	1	0	1	0	0	0	1	0	A2
14	2	Ре	3/8	38	1	1	1	0	0	1	1	0	E6
15	1	Си	1/8	32	1	0	1	0	0	0	0	0	A0
16	2	Ре	1/8	38	1	0	1	0	0	1	1	0	A6
17	2	Ре	1/8	38	1	0	1	0	0	1	1	0	A6
18	2	До	1/8	34	1	0	1	0	0	0	1	0	A2
19	1	Си	1/8	32	1	0	1	0	0	0	0	0	A0
20	1	Ля	1/2	28	0	0	0	1	1	1	0	0	1C
21	2	Ми	1/4	42	0	1	1	0	1	0	1	0	6A
22	2	Ля	1/4	56	0	1	1	1	1	0	0	0	78
23	2	Соль	1/4	50	0	1	1	1	0	0	1	0	72
24	2	Ля	1/8	56	1	0	1	1	1	0	0	0	B8
25	2	Соль	1/8	50	1	0	1	1	0	0	1	0	B2
26	2	Фа	1/8	45	1	0	1	0	1	1	0	1	AD
27	2	Фа	1/8	45	1	0	1	0	1	1	0	1	AD
28	2	Ми	1/8	42	1	0	1	0	1	0	1	0	AA
29	2	Ре	1/8	38	1	0	1	0	0	1	1	0	A6
30	2	Ми	1/4	42	0	1	1	0	1	0	1	0	6A
31	1	Ля	1/4	28	0	1	0	1	1	1	0	0	5C
32	—	Пауза	1/8	—	1	0	0	0	0	0	0	0	80
33	2	Фа	1/4	45	0	1	1	0	1	1	0	1	6D
34	2	Ре	1/8	38	1	0	1	0	0	1	1	0	A6
35	2	Ми	3/8	42	1	1	1	0	1	0	1	0	EA
36	2	До	1/8	34	1	0	1	0	0	0	1	0	A2
37	2	Ре	1/8	38	1	0	1	0	0	1	1	0	A6
38	2	Ре	1/8	38	1	0	1	0	0	1	1	0	A6
39	2	До	1/8	34	1	0	1	0	0	0	1	0	A2
40	1	Си	1/8	32	1	0	1	0	0	0	0	0	A0
41	1	Ля	1/2	28	0	0	0	1	1	1	0	0	1C
42	—	Пауза	1/8	—	1	0	0	0	0	0	0	0	80
43	2	Ми	1/4	42	0	1	1	0	1	0	1	0	6A
44	2	Ля	1/4	56	0	1	1	1	1	0	0	0	78
45	2	Соль	1/4	50	0	1	1	1	0	0	1	0	72
46	2	Ля	1/8	56	1	0	1	1	1	0	0	0	B8
47	2	Соль	1/8	50	1	0	1	1	0	0	1	0	B2
48	2	Фа	1/8	45	1	0	1	0	1	1	0	1	AD
49	2	Фа	1/8	45	1	0	1	0	1	1	0	1	AD
50	2	Ми	1/8	42	1	0	1	0	1	0	1	0	AA
51	2	Ре	1/8	38	1	0	1	0	0	1	1	0	A6
52	2	Ми	1/4	42	0	1	1	0	1	0	1	0	6A
53	1	Ля	1/4	28	0	1	0	1	1	1	0	0	5C

Адрес 10-тичный	Октава	Нота	Длительность ноты	M	Выходы ПЗУ								16-ричный код
					Q8	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	
54	—	Пауза	1/8	—	1	0	0	0	0	0	0	0	80
55	2	Фа	1/4	45	0	1	1	0	1	1	0	1	6D
56	2	Ре	1/8	38	1	0	1	0	0	1	1	0	A6
57	2	Ми	3/8	42	1	1	1	0	1	0	1	0	EA
58	2	До	1/8	34	1	0	1	0	0	0	1	0	A2
59	2	Ре	1/8	38	1	0	1	0	0	1	1	0	A6
60	2	Ре	1/8	38	1	0	1	0	0	1	1	0	A6
61	2	До	1/8	34	1	0	1	0	0	0	1	0	A2
62	1	Си	1/8	32	1	0	1	0	0	0	0	0	A0
63	1	Ля	1/2	28	0	0	0	1	1	1	0	0	1C

Таблица 7

Наименование музыкального фрагмента	Выходной код 16-ричный
«Пусть всегда будет солнце» муз. А. Островского	80, 80, 80, 55, 96, 95, 1C, 60, A2, A0, 15, 55, A2, A2, 62, A0, 9C, 5C, 5B, 40, 59, 9C, 99, 22, 66, A8, A6, 19, 59, A0, A2, 66, A2, A6, 2A, 40, 55, 55, 1C, 60, 64, 60, 5C, 55, 55, 1C, 60, 64, 64, 60, 55, 55, 20, 64, 66, 6A, 60, 60, 64, 26, 64, 60, 1C, 80
«Родина слышит» муз. Д. Шостаковича	00, 99, 95, 96, D9, E2, A0, 9C, A0, D9, D5, 99, 9C, A0, A2, A0, A2, A6, A0, 9C, 60, 9C, 19, 40, 99, 95, 96, D9, E2, A0, 9C, A0, D9, D5, 95, 98, 9B, 9C, A0, A2 A6, 9C, A0, E2, D9, 9C, 99, 9C, D6, D5, 93, 95, 96, D9, 66, 95, 66, A2, 80, 80, 80, 80, 80, 80
«Там, вдали за рекой» муз. А Александрова	80, 95, 95, 5C, DC, A0, 62, E2, A6, 6A, 62, 60, 5C, 40, B8, B2, 6D ED, B2, 78, 72, 6D, 78, AA, 80, AD, AA, 66, 60, 66, 38, 62, AD, 6A, 5C, 62, 2A, A6, AA, 6D, EA, A6, 66, E2, A0, 60, 5C, 80, 80, 80, 80, 80, 80 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80
«Спят курганы темные» муз. Н. Богословского	80, 5C, A0, 62, A6, 6A, A2, DC, 72, B8, 72, AD, 6A, A6, B2, 60, A6, 78, AD, 6A, A6, E2, 80, A0, A2, 66, 99 2A, 6A, 62, A0, 62, 9C, 60, 9C, D9, 80, 96, 99, 5C, 9B, 5C, 95, D5, 53, 95, 56, 9C, 55, 93, D1, 55 93, 80, 91, A0, DC, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80
«Подмосковные вечера» муз. В. Соловьева-Седого	80, 9C, A2, AA, A2, 66, A2, A0, 6A, 66, 1C, A2, AA, B2, B2, 78, B2, AD, 2A, 6F, 75, BF, B8, 6A, AA, 62, 9C, AA, A6, 6D, 6D, B2, AD, 6A, A6, A2, 6A, 66, 1C, 80, 6F, 75, BF, B8, 6A, AA, 62, 9C, AA, A6, 6D, 6D, B2, AD, 6A, A6, A2, 6A, 66. 1C, 80, 80, 80, 80 80, 62, 5C, AA, AD, AA, A6, 62, 1C, 5C, 62, 6A, B2, B8, B2, AD,
«Прощание» муз. Д. Покрасса	2A, EA, 80, 66, 66, B8, B8, B2, AD, 6A, 5B, B8, 80, 80, 5C, 78, AA, A6, A2 A0, 1C, 9C, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80, 80

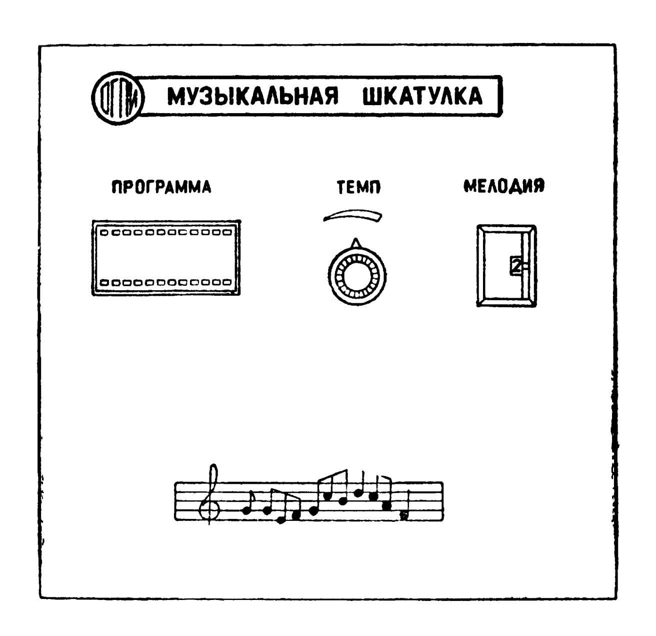


Рис. 18. Передняя панель музыкальной шкатулки

кового ряда не изменился. Принята следующая кодировка длительности нот и пауз:

Длительность	Код
1/32	0001
1/16	0010
1/8	0100
3/16	0110
1/4	1000
3/8	1100
1/2	1111

Устройство работает аналогично вышеописанному, за исключением схемы формирования длительности нот и пауз. Когда на выходе переноса ≤0 счетчика DD7 формируется отрицательный перепад напряжения, код на выходе счетчика нот DD2, DD3 увеличивается на 1. По фронту импульса задающего генератора запускается формирователь DD10.1, и на инверсном выходе формируется импульс высокого уровня с длительностью, равной периоду тональных импульсов. На выходах Q1 — Q4 ПЗУ в течение действия этого импульса формируется четырехразрядный двоичный код длительности первой ноты. Подачей импульса низкого уровня с прямого выхода триггера DD10.1 на вход S счетчика DD7 обеспечена установка реверсивного счетчика в состояние, определенное кодом на выходах Q1 — Q4 ПЗУ DD5. Импульс низкого уровня с выхода формирователя поступает и на вход S счетчика DD6 и блокирует его работу.

По окончании отрицательного импульса на выходе формирователя с выхода ПЗУ на входы V1, V2, V4, V8, V16, V32 счетчика DD6 подается код первой

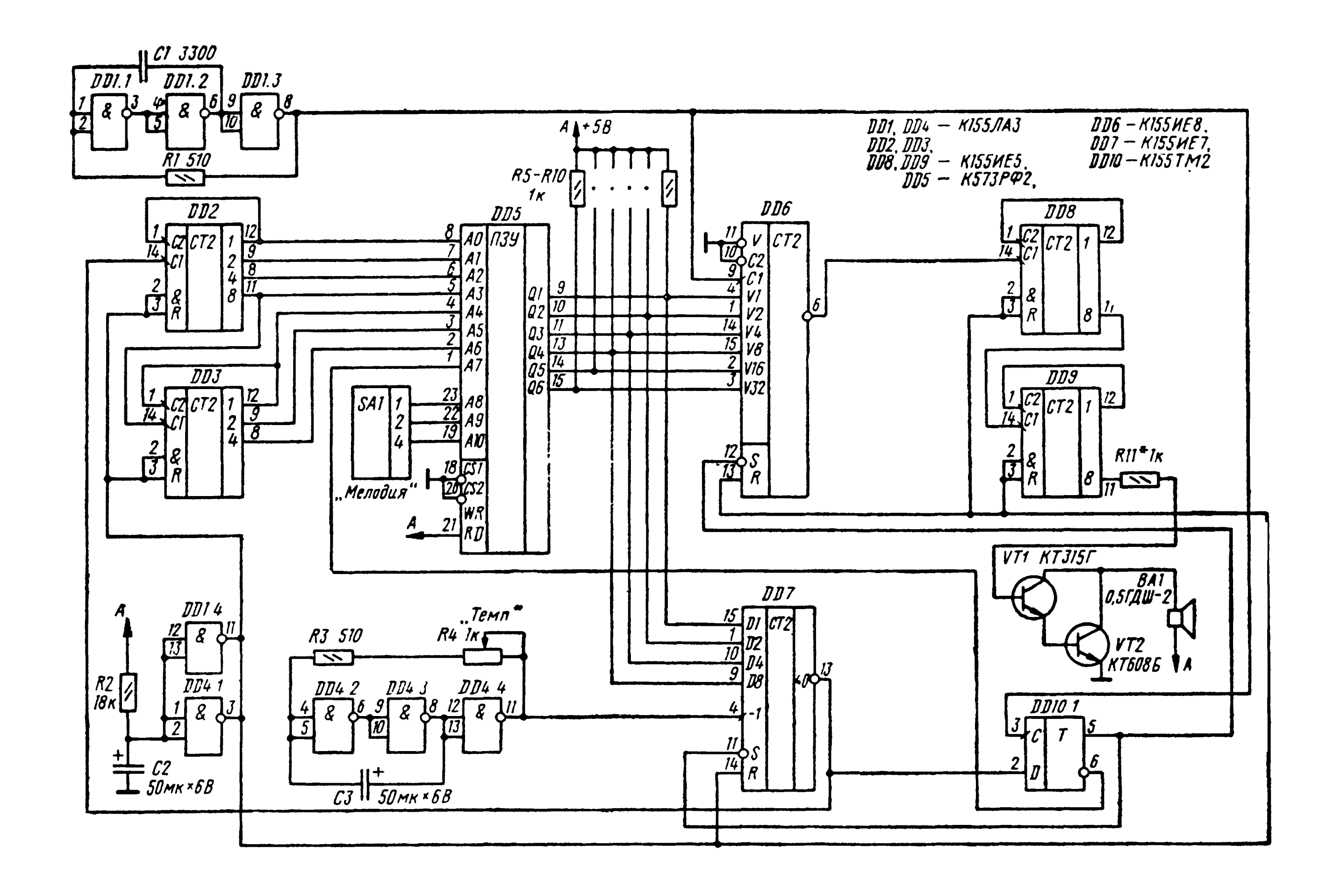

C1 3300
DD1.1
DD1.2
DD1.3
R1 510
DD1, DD4 — К155ЛА3
DD2, DD3,
DD8, DD9 — К155ИЕ5,
DD5 — К573РФ2,
DD6 — К155ИЕ8,
DD7 — К155ИЕ7,
DD10 — К155ТМ2
A +5В
R5-R10
1к
DD2
СТ2
DD3
DD5
ПЗУ
DD6
DD7
DD8
DD9
SA1
„Мелодия"
R11* 1к
VT1 КТ315Г
BA1
0,5ГДШ-2
VT2
КТ608Б
DD1 4
DD4 1
R2
18к
C2
50мк×6В
R3 510
„Темп"
R4 1к
DD4 2
DD4 3
DD4 4
C3
50мк×6В
DD10 1

Таблица 8

Адрес	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
000	C0	C0	DC	E0	E2	DC	E2	C0	E2	E0	DC	E0	D5	C0	E0	F2
010	E6	E0	E6	C0	E6	E2	E0	DC	EA	F8	F2	F8	F2	ED	C0	ED
020	EA	E6	EA	DC	C0	ED	E6	EA	E2	E6	C0	E6	E2	ED	DC	C0
030	EA	F8	F2	F8	F2	ED	C0	ED	EA	E6	EA	DC	C0	ED	E6	EA
040	E2	E6	C0	E6	E2	E0	DC	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0
050	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0
060	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0
070	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0
080	FF	FF	FC	F4	FC	F4	F4	F1	F4	F4	F4	F8	F4	F4	FC	F4
090	FC	F4	F4	F1	F4	F4	F4	FF	F8	F8	F8	F4	F4	F4	F1	F4
0A0	F4	F4	F8	F8	F4	F8	F4	FC	F4	F4	F1	F4	F4	F4	FF	F4
0B0	F8	F8	F8	F4	F4	F4	F1	F4	F4	F4	F8	F8	F4	F8	F4	FF
0C0	FF	F4	F1	F4	F4	F4	FF	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1
0D0	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1

ноты фрагмента. Высокий уровень на входе S разрешает прохождение импульсов через счетчик DD6, и в динамической головке звучит тон первой ноты. Импульсы тактового генератора DD4.2 — DD4.4 вычитают содержимое счетчика DD7, и при переходе его в нулевое состояние на выходе переноса появляется низкий уровень, двоичный код счетчика нот снова увеличивается на 1 и вновь запускается формирователь DD10.1. В дальнейшем описанные циклы повторяются. Таблица 8 программирования ПЗУ для исполнения мелодии «Катюша» имеет вид

Кто быстрее?

Этот автомат позволяет определять, кто из двух играющих обладает более быстрой двигательной реакцией. Каждому играющему дается пульт с расположенной на нем кнопкой. На пульте судьи находятся две кнопки: «Сброс» и «Старт». Пульты кабелями подключены к игровому устройству. На его передней панели (рис. 20) размещена линейка из 15 светодиодов и два цифровых индикатора счета По сигналу судьи (нажатию на кнопку «Старт») включается светодиод в центре шкалы. Задача обоих играющих — возможно быстрее нажимать на кнопку своего пульта. При каждом нажатии на кнопку одним из играющих положение включенного светодиода смещается на одну позицию влево или вправо. Розыгрыш очка продолжается до тех пор, пока преимущество одного игрока над другим по числу нажатий не достигнет семи. При этом включается крайний светодиод линейки и подается звуковой сигнал. Игра продолжается до тех пор, пока один из игроков не наберет 9 очков.

Принципиальная схема автомата изображена на рис. 21. Устройство работает следующим образом. Нажатием на кнопку «Сброс» обнуляются счетчики DD3 и DD9 и индикаторы счета HG1 и HG2 высвечивают нули. Триггеры DD1.1, DD1.2 и DD2.1 обеспечивают защиту от дребезга контактов кнопок SB1 — SB3. При нажатии судьей на кнопку «Старт» на выходе одновибратора DD5.1 формируется короткий импульс низкого уровня, обеспечивающий запись в реверсивный счетчик DD7 двоичного кода числа 8, поданного на входы D1, D2, D4, D8. Одновременно триггер DD2.2 устанавливается в единичное состояние, разрешая работу одновибраторов DD4.1, DD4.2. Двоичный код с выхо-

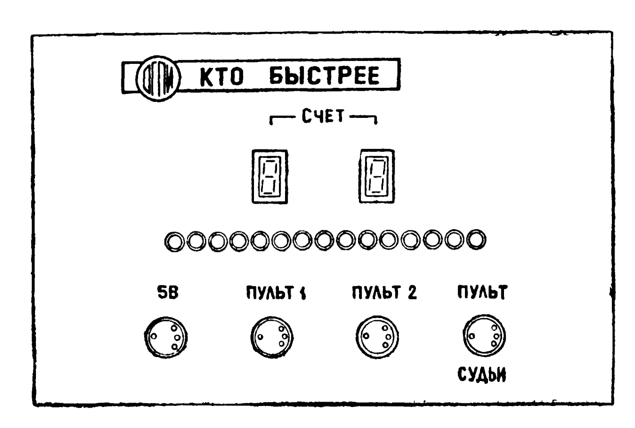


Рис. 20. Передняя панель игрового автомата «Кто быстрее?»

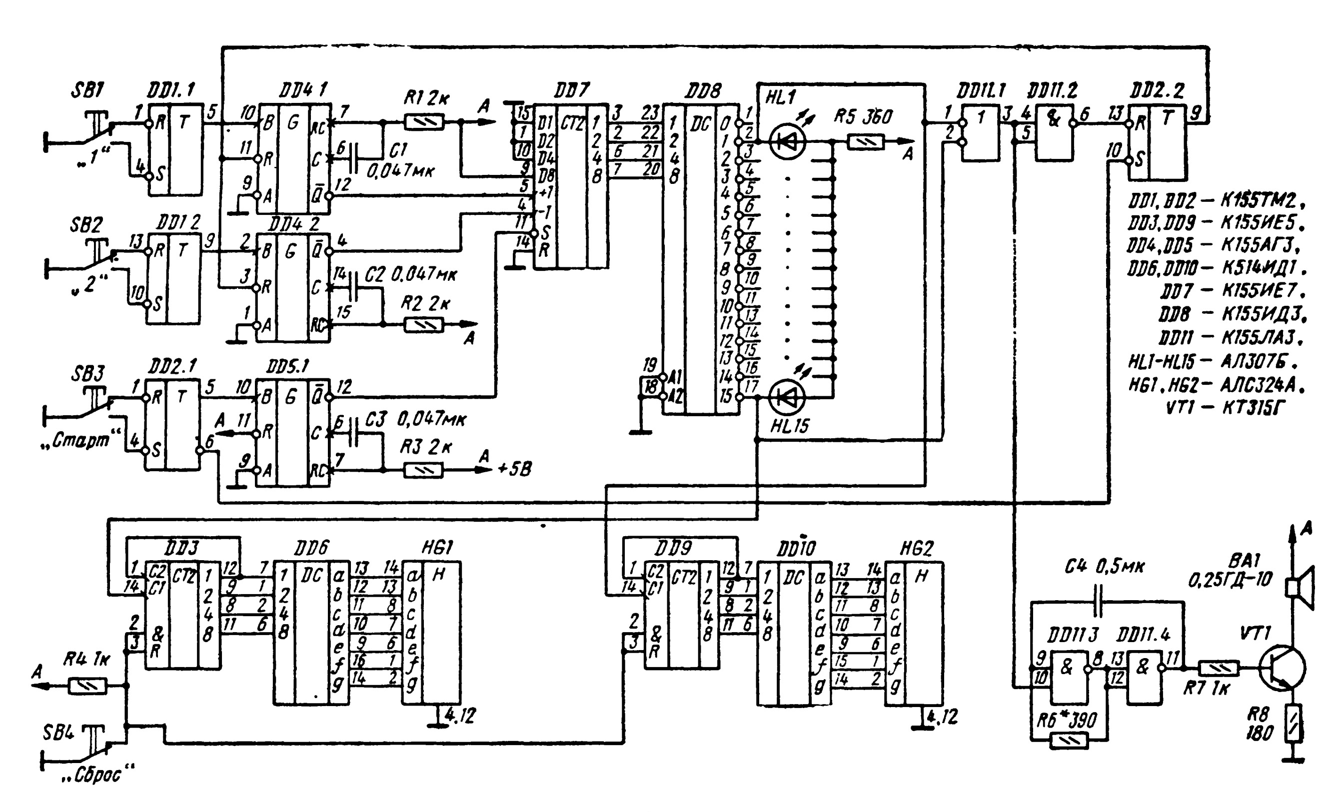


Рис. 21. Принципиальная схема игрового автомата «Кто быстрее?»

да счетчика DD7 преобразуется в позиционный код дешифратором DD8, в результате чего низкий уровень появляется на выходе 8 дешифратора и включается светодиод HL8, расположенный в середине линейки и сигнализирующий о начале состязаний. На входы элемента DD11.1 подано напряжение высокого уровня, поэтому низкий уровень с его выхода блокирует работу звукового генератора, собранного на элементах DD11.3, DD11.4. После нажатия играющими на кнопки SB1 или SB2 на выходах одновибраторов DD4.1 или DD4.2 формируются короткие импульсы низкого уровня, поступающие соответственно на суммирующий или вычитающий входы реверсивного счетчика DD7. В результате код на выходе счетчика DD7 последовательно нарастает или уменьшается, а положение включенного светодиода линейки смещается вправо или влево. После того как один из играющих достигнет преимущества в семь нажатий, низкий уровень появится либо на выходе 15, либо на выходе 1 дешифратора DD8 и включится один из крайних светодиодов (HL1 или HL15). Отрицательный перепад напряжения на выходах 1 или 15 изменит на единицу содержимое счетчиков DD3 или DD9 и один из индикаторов HG1 или HG2 высветит цифру 1. За счет подачи низкого уровня на один из входов элемента DD11.1 на его выходе формируется высокий уровень, разрешающий работу звукового генератора на элементах DD11.3, DD11.4, и динамическая головка воспроизведет тон, сигнализирующий о победе одного из играющих. Розыгрыш очка завершен.

Одновременно низким уровнем с выхода элемента DD11.2 триггер DD2.2 переключается в нулевое состояние. Низкий уровень на входах R одновибраторов DD4.1, DD4.2 блокирует их работу. Поэтому последующие нажатия на кнопки SB1 и SB2 положения включенного светодиода линейки не изменят. Для возобновления испытаний судья должен нажать на кнопку «Старт» на своем пульте.

Игровой автомат «Кто первый?»

У кого из четырех играющих лучше реакция на световой раздражитель? Это можно определить с помощью игрового автомата «Кто первый?» Лицевая панель игрового блока изображена на рис. 22. К игровому блоку подключены пять пультов: четыре пульта играющих, на каждом из которых установлена кнопка реакции, и пульт судьи с кнопками «Сброс» и «Старт». После включения устройства и нажатия судьей на кнопку «Сброс» гаснут светодиоды «Старт», «Выигрыш», «Нарушение правил» и «1» — «4» («Играющие»), индикаторы времени высвечивают нулевые показания. По случайному закону включаются светодиоды, расположенные слева и справа от светодиода «Старт», они служат отвлекающей помехой.

После нажатия судьей на кнопку «Старт» включается светодиод «Старт», начинается отсчет времени. Задача играющих — возможно быстрее нажать на кнопку на своем пульте. При этом на лицевой панели игрового блока включается светодиод с номером играющего, выполнившего нажатие первым. Прекращается отсчет времени и включается светодиод «Выигрыш», свидетельствующий о победе этого участника игры. Цифровое табло индицирует время реакции в миллисекундах. Последующие нажатия на кнопки пультов других играющих не изменяют игровой ситуации.

Если в последующих попытках кто-то из играющих нажмет на кнопку своего пульта до подачи сигнала «Старт», включится светодиод «Нарушение пра-

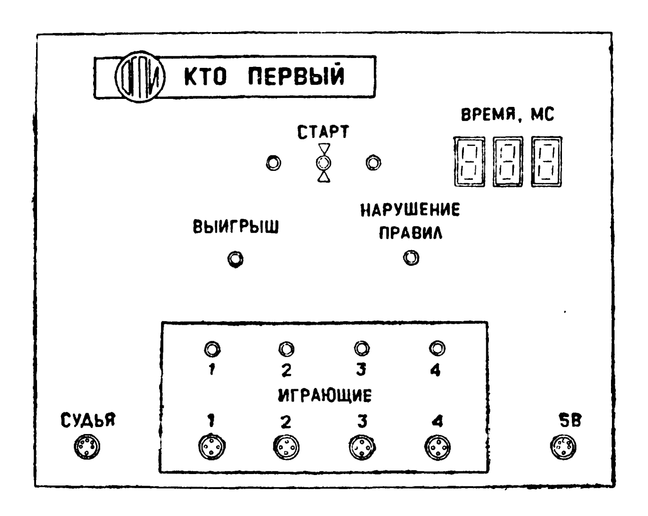


Рис. 22. Передняя панель игрового автомата «Кто первый?»

вил» и светодиод нарушителя. Для возобновления игры судья должен нажать на кнопку «Сброс», а через некоторое время на кнопку «Старт», вновь включив раздражитель.

Функциональная схема автомата изображена на рис. 23. Нажатием на кнопку «Сброс» обнуляют счетчик времени, индикатор времени реакции высвечивает нулевые показания. Логическое устройство устанавливается в исходное состояние, при котором выключены светодиоды HL4 — HL9, а на верхний по схеме вход элемента ИЛИ поступает низкий уровень. RS-триггер устанавливается в единичное состояние, запуская генератор помех, светодиоды HL1, HL3 периодически включаются в случайных комбинациях. Низким уровнем с инверсного выхода триггера гасится индикатор «Старт», блокируется задающий генератор.

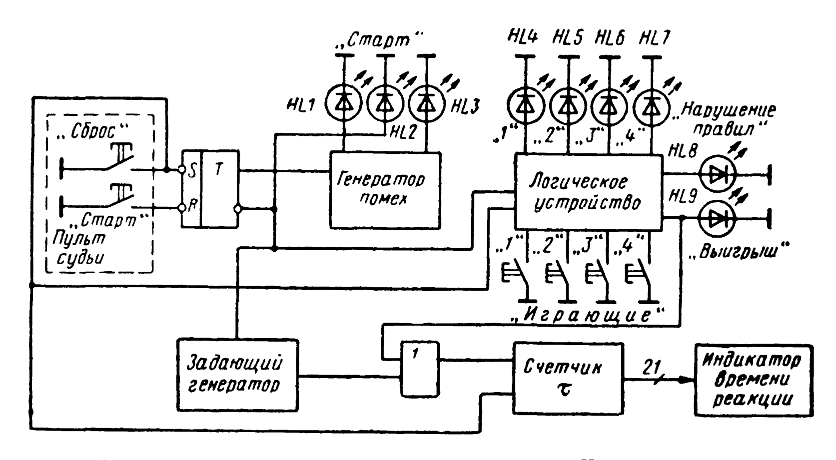


Рис. 23. Функциональная схема игрового автомата «Кто первый?»

Нажатием на кнопку «Старт» триггер устанавливают в нулевое состояние. При этом генератор помех блокируется, включается светодиод «Старт». Высоким уровнем с инверсного выхода триггера запускается задающий генератор, вырабатывающий импульсы с периодом 1 мс, и начинается отсчет времени. После нажатия на одну из кнопок «1» — «4» включается соответствующий светодиод из группы HL4 — HL7 и светодиод «Выигрыш». Высокий уровень на верхнем по схеме входе элемента ИЛИ запрещает прохождение импульсов задающего генератора на счетчик времени. На цифровом индикаторе высвечивается время реакции играющего, первым среагировавшего на предъявление раздражителя.

Последующие нажатия на кнопки «1» — «4» не изменяют состояния логического устройства и показаний индикаторов. Для возобновления игры следует вновь нажать на кнопку «Сброс», а затем на кнопку «Старт» на пульте судьи. Если же кто-то из играющих нажмет на кнопку своего пульта раньше, чем включится светодиод «Старт», то «сработает» логическое устройство и включится соответствующий светодиод из группы HL4 — HL7, а также светодиод HL8, индицирующий нарушение правил игры.

Принципиальная схема игрового автомата изображена на рис. 24. Генератор помех содержит вспомогательный генератор на элементах DD1.1 — DD1.3 и сдвиговый кольцевой регистр на триггерах DD4.1, DD4.2, DD5.1, DD5.2. Задающий генератор собран на элементах DD2.1, DD2.2. Он подключен к счетчику времени, собранному на микросхемах DD11, DD13, DD15, через элемент ИЛИ DD1.4. Блок индикации содержит дешифраторы DD12, DD14, DD16 и цифровые индикаторы HG1 — HG3. Логическое устройство выполнено на триггерах DD6, DD7, DD10, DD3.2 и логических элементах DD8.1 — DD8.3, DD9.1, DD9.2, DD2.3, DD2.4.

Автомат работает следующим образом. Сначала нажатием на кнопки SB1 «Сброс» обнуляют счетчики DD11, DD13, DD15, индикаторы HG1 — HG3 высвечивают нулевые показания. Триггеры DD3.1, DD3.2, DD4.1 и DD5.2 устанавливаются в единичное состояние, остальные триггеры — в нулевое. Индикаторы HL1, HL4 — HL9 выключаются. Высокий уровень с выхода триггера DD3.1 запускает вспомогательный генератор (DD1.1 — DD1.3), частота колебаний которого равна 3...4 Гц. Низкий уровень с инверсного выхода триггера блокирует задающий генератор (DD2.1, DD2.2). На выходах элементов DD8.1, DD8.2, DD8.3, DD9.1 формируется низкий уровень, так как на все их входы подан уровень логической 1 с инверсных выходов триггеров DD6, DD7.

После отпускания кнопки SB1 кольцевой регистр на триггерах DD4.1, DD4.2, DD5.1, DD5.2 начинает работать в режиме сдвига. По каждому импульсу вспомогательного генератора информация, записанная в регистр, сдвигается на один шаг. В результате светят либо оба светодиода HL2, HL3, либо один из них, либо оба светодиода гаснут. Учитывая число возможных комбинаций и относительно высокую частоту переключения, эти световые сигналы воспринимаются как случайная помеха.

После нажатия судьей на кнопку SB2 «Старт» триггер DD3.1 устанавливается в нулевое состояние и включается светодиод HL1 «Старт». Высокий уровень с инверсного выхода триггера DD3.1 запускает задающий генератор, импульсы с выхода которого через элемент DD1.4 поступают на вход счетчика DD11. Начинается отсчет времени. Если теперь в соответствии с условиями игры кто-то из играющих (например, третий) нажмет на кнопку SB5 своего

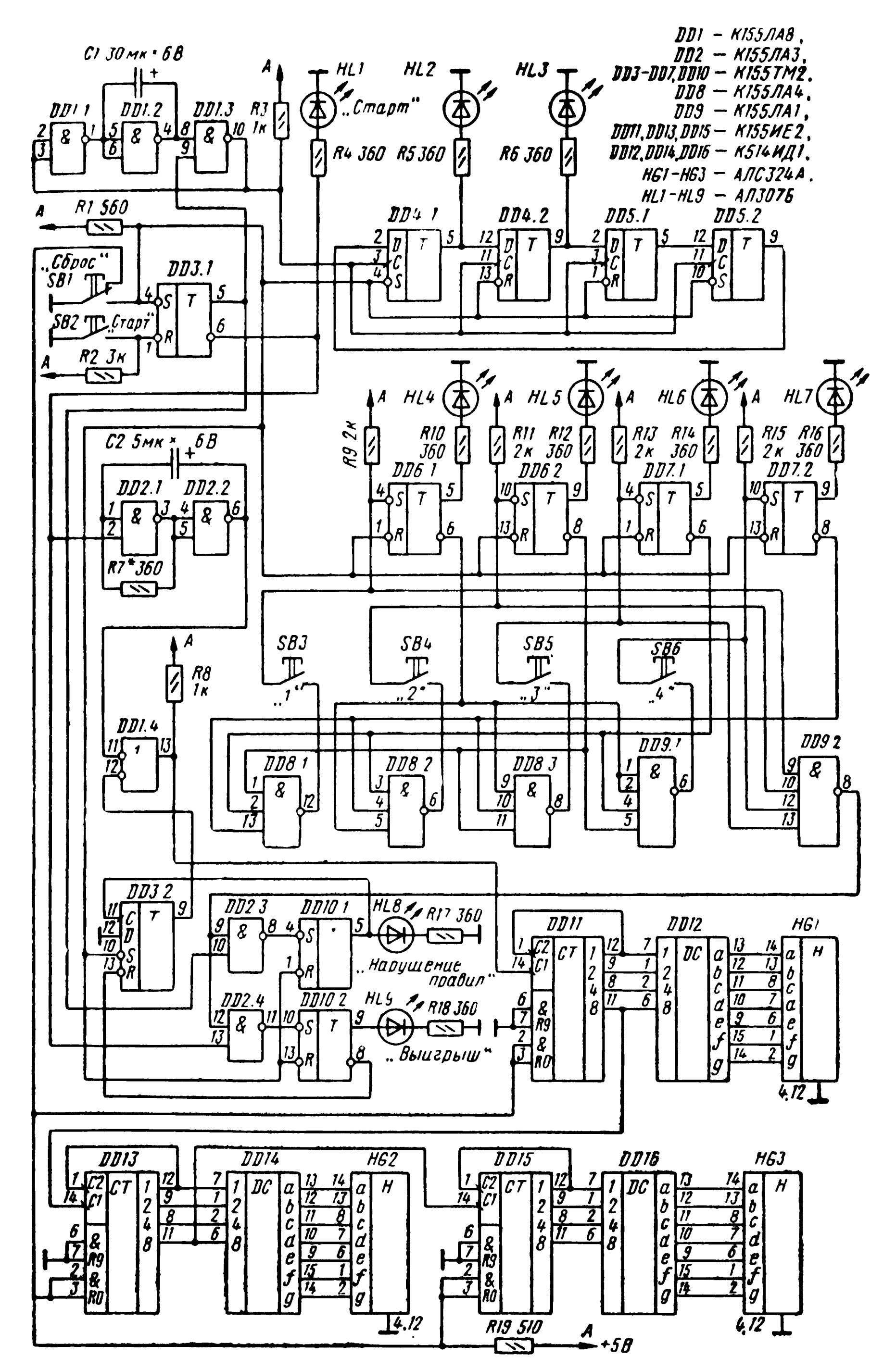


Рис. 24. Принципиальная схема игрового автомата «Кто первый?»

пульта, то триггер DD7.1 установится в единичное состояние за счет подачи низкого уровня с выхода элемента DD8.3 на S-вход. Включившийся светодиод HL6 индицирует, что первым среагировал третий игрок. Одновременно с нажатием на кнопку SB5 высокий уровень с выхода элемента DD9.2 поступит на верхний по схеме вход элемента DD2.4. В результате триггер DD10.2 переключится в единичное состояние и загорится светодиод HL9 «Выигрыш». Низкий уровень с инверсного выхода триггера DD10.2 установит триггер DD3.2 в нулевое состояние и подача импульсов задающего генератора на вход счетчика времени прекращается. Индикаторы HG1 — HG3 индицируют время реакции победителя. Последующие нажатия на кнопки остальных играющих не изменят состояние игрового блока.

Если кто-то из играющих (например второй) нажмет на кнопку SB4 на своем пульте до того, как включится светодиод HL1 «Старт», триггер DD6.2 установится в единичное состояние, вспыхнет светодиод HL5. Низкий уровень с выхода элемента DD2.3 переведет триггер DD10 1 в состояние 1 и включит светодиод HL8. Положительный перепад напряжения на С-входе установит триггер DD3.2 в состояние 0, поэтому, даже если судья нажмет затем на кнопку SB2 «Старт», отсчета времени не произойдет. Одновременное свечение индикаторов HL5 и HL8 свидетельствует о нарушении правил вторым играющим. Как в предыдущем случае, последующие нажатия на кнопки остальными участниками не приводят к изменению игровой ситуации. Игра проводится в несколько циклов. Победителем признается тот, кто набрал наибольшее число очков. При равенстве очков победителем считают игрока, у которого зафиксировано наименьшее суммарное время реакции в победных попытках.

Отметим, что в зависимости от уровня подготовки радиолюбителей, которые захотят собрать этот игровой автомат, его можно при желании упростить (правда, за счет сокращения функциональных возможностей). Так, можно исключить блок измерения времени реакции, при этом отпадает необходимость в микросхемах DD11 — DD16, триггере DD3.2, элементах DD2.1, DD2.2, DD1.4, индикаторах HG1 — HG3. Можно также исключить генератор помех. Станут ненужными микросхемы DD4, DD5, элементы DD1.1 — DD1.3, светодиоды HL2, HL3. Для уменьшения аппаратурных затрат можно реализовать кольцевой регистр на микросхеме К155ИР1, а измеритель времени — на микросхемах К176ИЕ4. Попробуйте сами разработать схемы указанных узлов.

Игровой автомат «Падающая звезда»

Хорошая ли у Вас реакция на световой раздражитель? Это можно проверить с помощью игрового автомата «Падающая звезда». На передней панели его игрового блока (рис. 25) смонтирована вертикальная линейка из 14 светодиодов. Кроме того, на панели установлены светодиодные индикаторы «Раздражитель» и «Нарушил правила», цифровой индикатор «Оценка», регулятор «Такты». На пульте игрока находятся две кнопки: «Сброс» и «Реакция». Пульт соединен с игровым блоком шестипроводным кабелем.

Суть игры заключается в следующем. После нажатия играющим на кнопку «Реакция» через несколько секунд включится светодиод «Раздражитель». Затем поочередно включаются светодиоды линейки, создавая впечатление «падающей звезды». Задача игрока — возможно быстрее отпустить кнопку «Реакция». При этом остается включенным только один из светодиодов линейки, а цифровой

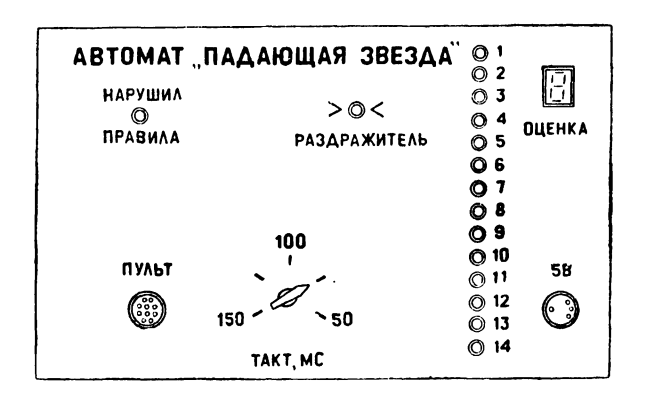


Рис. 25. Передняя панель игрового автомата «Падающая звезда»

индикатор высвечивает оценку скорости реакции по пятибалльной системе. Чем ниже «упала звезда», тем хуже время реакции и ниже оценка. Если же игрок отпустит кнопку «Реакция» до появления раздражителя, то включится светодиод «Нарушил правила».

По сравнению с устройством, описанным в [27], возможности автомата значительно расширены — введена индикация нарушения правил и обеспечена дифференцированная оценка результатов игры.

Принципиальная схема автомата изображена на рис. 26. Прибор содержит тактовый генератор с регулируемой частотой DD1.1 — DD1.4, реле времени (VT1, VT2, DD4.1), четырехразрядный двоичный счетчик DD2, дешифратор DD3, к выходам которого подключены светодиоды линейки HL1 — HL14, устройство оценки (DD8.1, DD8.2, DD9.1, DD6.4, DD10, DD7.2, HG1), узел контроля нарушения правил (DD5.1, DD4.2 — DD4.4, DD6.1 — DD6.3, DD7.1) и устройство формирования сигнала раздражителя (DD5.2, HL15).

После подачи питания играющий нажимает на кнопку SB2 «Сброс». При этом счетчик DD2 переходит в состояние 0, а триггеры DD5.2, DD7.1, DD7.2 устанавливаются в состояние 1. Светодиоды HL1 — HL16 и HG1 выключены. Высокий уровень с выхода 15 дешифратора DD3 запускает тактовый генератор, период колебаний которого можно изменять резистором R2 в пределах 50...150 мс. Однако тактовые импульсы на вход счетчика DD2 не поступают, поскольку к нижнему по схеме входу элемента DD1.4 с выхода реле времени приложено напряжение низкого уровня. Можно начинать игру.

При нажатии играющим на кнопку SB1 «Реакция» и удержании ее нажатой запускается реле времени и через несколько секунд (время «срабатывания» определяется постоянной времени цепи R3C3) на его выходе появляется высокий уровень, разрешающий прохождение тактовых импульсов через элемент DD1.4 на вход счетчика DD2. В результате двоичный код на выходе счетчика последовательно изменяется. Дешифратор DD3 этот код преобразует в позиционный. После поступления на вход счетчика DD2 первого тактового импульса низкий уровень с выхода 1 дешифратора DD3 переключает триггер DD5.2 в состояние 0, включается светодиод HL15 «Раздражитель».

Как уже отмечалось, задача играющего — после включения раздражителя возможно быстрее отпустить кнопку SB1, а пока он этого не сделает, последо-

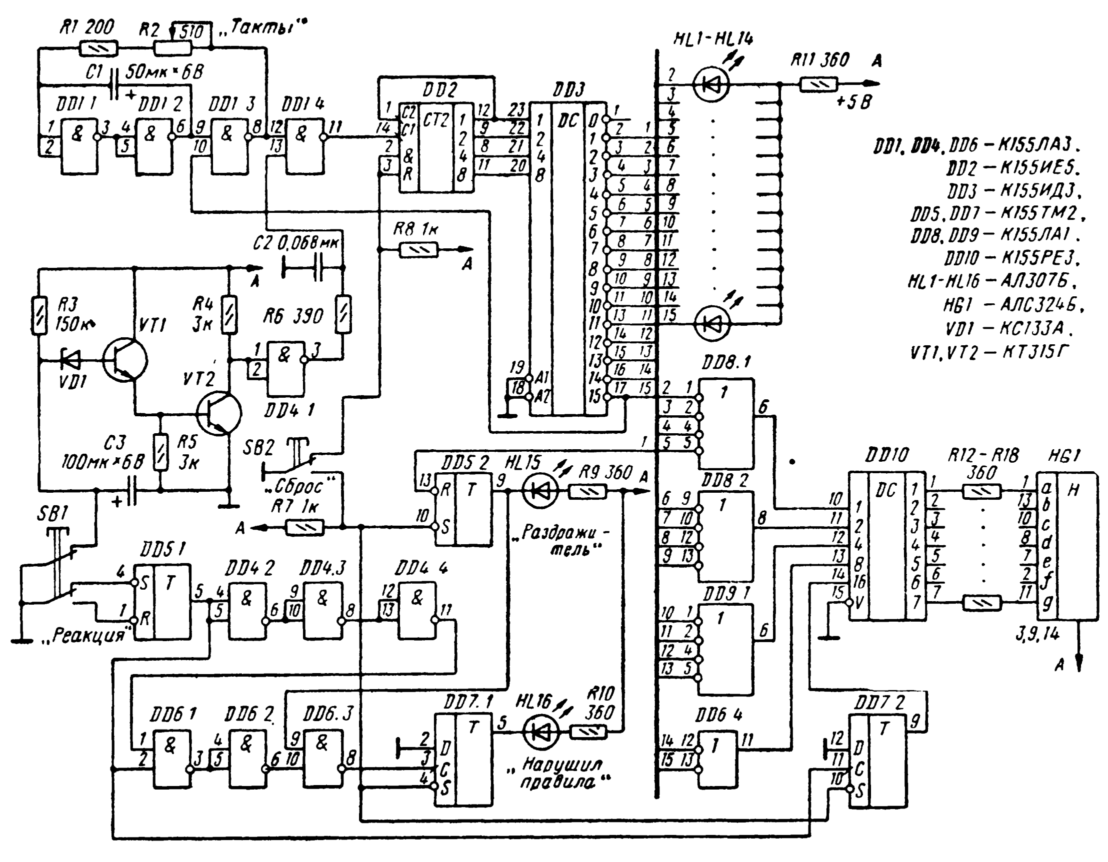


Рис. 26. Принципиальная схема автомата «Падающая звезда»

вательно включаются светодиоды HL1 — HL14. После отпускания кнопки SB1 конденсатор C3 оказывается замкнутым и напряжение на выходе реле времени практически мгновенно принимает низкий уровень. При этом подача тактовых импульсов на счетчик DD2 прекращается и продолжает светить один из светодиодов HL1 — HL14. Если загорится светодиод HL14, то низкий уровень с выхода 15 дешифратора DD3 блокирует работу тактового генератора и в дальнейшем выходной код счетчика DD2 и дешифратора DD3 не меняется. Время реакции может быть вычислено умножением номера включенного светодиода на период тактовых импульсов.

Узел оценки работает таким образом, что при свечении одного из светодиодов HL1 — HL4 игрок получает оценку 5, при свечении светодиодов HL5 — HL8 — оценку 4. Если светится один из светодиодов HL9 — HL12, то игрок получает оценку 3, а при свечении светодиодов HL13, HL14 — 2. Оценку 1 игрок получает при нарушении правил игры. Шифратор, собранный на элементах DD8.1, DD8.2, DD9.1 и DD6.4, преобразует позиционный код с выхода дешифратора DD3 в двоичный. Напряжение с выхода шифратора подается на адресные входы дешифратора DD10, реализованного на ПЗУ. Таблица 9 программирования имеет вид.

Таблица 9

Код входной двоичный					Код выходной семисегментный							Индицируемое число
16	8	4	2	1	7	6	5	4	3	2	1	
0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	5
0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	4
0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3
0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	—
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	—
1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	—
1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	—
1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	—

По остальным адресам характер программирования безразличен. Как видно из табл. 9, до отпускания кнопки «Реакция», пока триггер DD7.2 находится в состоянии 1, индикатор оценки не светится. Если игрок отпустит кнопку SB1 до включения светодиода «Раздражитель», то с выходов 2—15 дешифратора на все входы шифратора поступает высокий уровень, и на входе ПЗУ формируется код 00000, обеспечивающий индикацию оценки 1.

На элементах DD4.2 — DD4.4, DD6.1, DD6.2 собран формирователь короткого импульса высокого уровня по положительному перепаду входного напряжения. Если играющий отпустит кнопку SB1 до включения раздражителя (триггер DD5.2 находится в состоянии 1), то на выходе элемента DD6.3 формируется короткий импульс низкого уровня, по срезу которого триггер DD7.1 установится в состояние 0. В результате включится светодиод HL16, индицирующий нарушение правил.

После включения светодиода HL15 при отпускании кнопки SB1 импульс на вход C триггера DD7.1 не поступит из-за подачи низкого уровня с выхода триггера DD5.2 на верхний по схеме вход элемента DD6.3. Для возобновления игры следует нажать на кнопку «Сброс». Изменяя период тактовых импульсов резистором R2, можно менять критерий оценки реакции, что позволяет использовать игровой автомат с детьми различных возрастных групп.

«Электронные салки»

В игре «Салки» играющие кого-то догоняют и стараются «осалить» (коснуться рукой), догоняемый старается увернуться

В описываемой игре двое играющих при «встрече» стараются «осалить» друг друга нажатием кнопок «Попадание» [50].

Передняя панель электронного блока изображена на рис. 27. В ее середине находятся две линейки из восьми светодиодов каждая. Пульты управления играющих расположены на противоположных сторонах панели и содержат кнопки «Попадание» и «Реверс», а также регулятор «Скорость». Кроме того, на панели расположены кнопка «Сброс» и индикаторы счета.

После включения устройства и его запуска на светодиодных линейках возникает эффект «бегущего огня». Скорость движения «огня» в своей линейке светодиодов играющий может плавно изменять регулятором «Скорость». Кнопкой «Реверс» каждый из играющих может изменить направление «бегущего огня» на своей линейке светодиодов. Задача игрока — при совмещении позиций включенных светодиодов на обеих линейках индикаторов раньше соперника нажать на кнопку «Попадание». Тот, кому это удастся, получает выигрышное очко. Если нажатие на кнопку «Попадание» выполнено до того, как позиции включенных индикаторов совпали, очко получает соперник. Игра ведется до тех пор, пока кто-нибудь из игроков не наберет 9 очков.

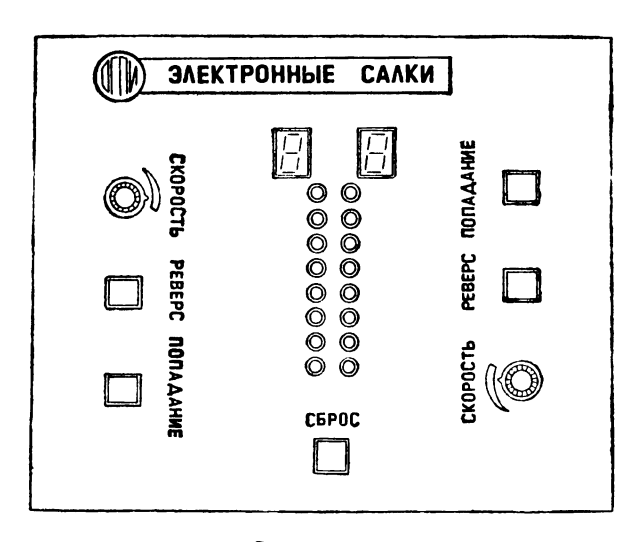


Рис. 27. Передняя панель игры «Электронные салки»

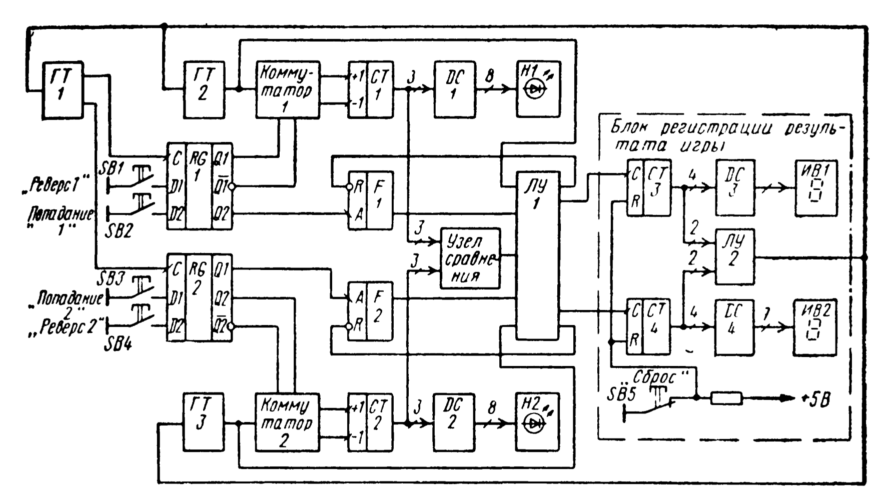


Рис. 28. Функциональная схема игрового автомата «Электронные салки»

Функциональная схема игрового автомата изображена на рис. 28 [49]. После включения устройства нажатием на кнопку «Сброс» обнуляют счетчики СТ3 и СТ4, индикаторы выигрыша ИВ1 и ИВ2 высвечивают нулевые показания. Игра начинается. Высокий уровень с выхода логического устройства ЛУ2 запускает генераторы импульсов ГТ1, ГТ2 и ГТ3. Импульсы с выхода тактовых генераторов ГТ2 и ГТ3 через коммутаторы 1 и 2 поступают на суммирующие или вычитающие входы счетчиков СТ1 и СТ2 (в зависимости от положения контактов кнопок «Реверс 1» и «Реверс 2»). Код на выходе этих счетчиков монотонно увеличивается или уменьшается. В результате дешифрации кодов дешифраторами DC1 и DC2 на светодиодных линейках Н1 и Н2 создается эффект «бегущего огня». Если кнопки «Реверс» не нажаты, то направление движения огней на линейках Н1 и Н2 встречное. После нажатия на любую из кнопок «Реверс 1» или «Реверс 2» информация на выходах Q1 и $\bar{Q}1$ регистра RG1 или Q2 и $\bar{Q}2$ регистра RG2 меняется на противоположную и направление движения «огня» в соответствующей линейке Н1 или Н2 изменяется. Частота генератора ГТ1 равна 50...70 Гц, что обеспечивает защиту от дребезга контактов при нажатии на кнопки SB1 — SB4. Частоты генераторов ГТ2 и ГТ3 можно плавно изменять в пределах 0,6...2 Гц.

Коды на выходе счетчиков СТ1 и СТ2 сравнивает узел сравнения. При равенстве этих кодов (когда совпадают позиции включенных светодиодов в линейках Н1 и Н2) на выходе узла сравнения формируется высокий, а при неравенстве кодов — низкий уровень. После нажатия кнопок «Попадание 1» или «Попадание 2» на выходе Q2 регистра RG1 или выходе Q1 регистра RG2 возникает отрицательный перепад напряжения, запускающий соответственно формирователь F1 или F2. На их выходах формируются короткие импульсы высокого уровня, поступающие на входы 2 и 4 логического устройства ЛУ1.

Оно определяет, кто из играющих первым нажал на свою кнопку «Попадание» при совпадении позиций включенных светодиодов в линейках Н1 и Н2. При этом, если первой нажата кнопка «Попадание 1», то короткий импульс высокого уровня формируется на втором выходе ЛУ1. Код на выходе счетчика

СТ3 и соответственно показания цифрового индикатора ИВ1 увеличиваются на 1. Если же первой нажата кнопка «Попадание 2», то короткий импульс высокого уровня с третьего выхода ЛУ1 поступит на вход счетчика СТ4, увеличивая показания индикатора ИВ2. Одновременно логическое устройство ЛУ1 блокирует формирователь импульсов попадания соперника до момента поступления на счетчики СТ1 или СТ2 следующего тактового импульса и изменения игровой ситуации. Напряжение блокирования поступает с первого и четвертого выходов ЛУ1 на R-входы формирователей F1 или F2.

Логическое устройство ЛУ1 фиксирует ситуации, в которых кто-то из соперников нажимает на кнопку «Попадание» в моменты, когда нет совпадения позиций включенных светодиодов линеек Н1 и Н2. Если неудачную попытку совершил первый играющий, то на третьем выходе ЛУ1 формируется короткий импульс, увеличивающий на 1 показания индикатора выигрышных очков второго играющего (ИВ2). Если же неудачно среагировал игрок 2, то импульс формируется на втором выходе ЛУ1, увеличивая на 1 показания индикатора ИВ1.

Выходы нулевого и третьего разрядов счетчиков СТ3 и СТ4 соединены со входами логического устройства ЛУ2. Как только десятичный эквивалент кода на выходе одного из счетчиков станет равным 9, на выходе этого логического устройства формируется низкий уровень, блокирующий тактовые генераторы ГТ1, ГТ2 и ГТ3. В дальнейшем изменений положения включенного светодиода в линейках Н1 и Н2 не происходит. Игра закончена. Для ее возобновления надо вновь нажать на кнопку «Сброс».

Принципиальная схема устройства изображена на рис. 29. Генераторы тактов ГТ1, ГТ2, ГТ3 выполнены на элементах DD2.1 — DD2.4, DD1.1 — DD1.3, DD3.1 — DD3.3 соответственно, коммутатор 1 — на элементах DD6.1, DD6.2, а коммутатор 2 — на элементах DD6.3, DD6.4. Формирователи F1 и F2 реализованы на одновибраторах DD8.1 и DD8.2. Логическое устройство ЛУ1 собрано на логических элементах DD1.4, DD13.1 — DD13.4, DD15.1, DD15.2 и триггерах DD14.1, DD14.2, логическое устройство ЛУ2 — на элементах DD19.1 — DD19.4.

Игровой автомат работает следующим образом. Нажатием на кнопку SB5 «Сброс» обнуляются счетчики DD16 и DD17, индикаторы счета HG1 и HG2 высвечивают нулевые показания. Высокий уровень с выхода элемента DD19.4 разрешает работу всех трех тактовых генераторов. Триггеры DD14.1 и DD14.2 устанавливаются в единичное состояние, разрешая работу формирователей DD8.1, DD8.2. Тактовые импульсы с выхода генератора на элементах DD2.1 — DD2.4 поступают на входы синхронизации регистров DD4, DD5. На прямых выходах регистров при ненажатых кнопках SB1 — SB4 формируются высокие уровни. В результате тактовые импульсы генератора DD1.1 — DD1.3 через элемент DD6.1 подаются на суммирующий вход счетчика DD7, а тактовые импульсы генератора DD3.1 — DD3.3 — через элемент DD6.4 на вычитающий вход счетчика DD9. На линейке светодиодов HL1 — HL8 наблюдается движение «огня» сверху вниз по схеме, а на линейке HL9 — HL16 — снизу вверх.

При нажатии кнопки «Реверс 1» или «Реверс 2» информация на выходах Q1, $\bar{Q}1$ регистра DD4 или Q2, $\bar{Q}2$ регистра DD5 изменяется на противоположную и соответственно изменяется направление движения «огня» на линейке HL1 —HL8 или HL9 — HL16. Скорость движения «огня» изменяют переменными резисторами R1 («Скорость 1») и R4 («Скорость 2»). При равенстве кодов на выходах счетчиков DD7 и DD9 позиции включенных светодиодов в обеих линейках совпадают, а на выходе узла сравнения DD11 формируется высокий уровень.

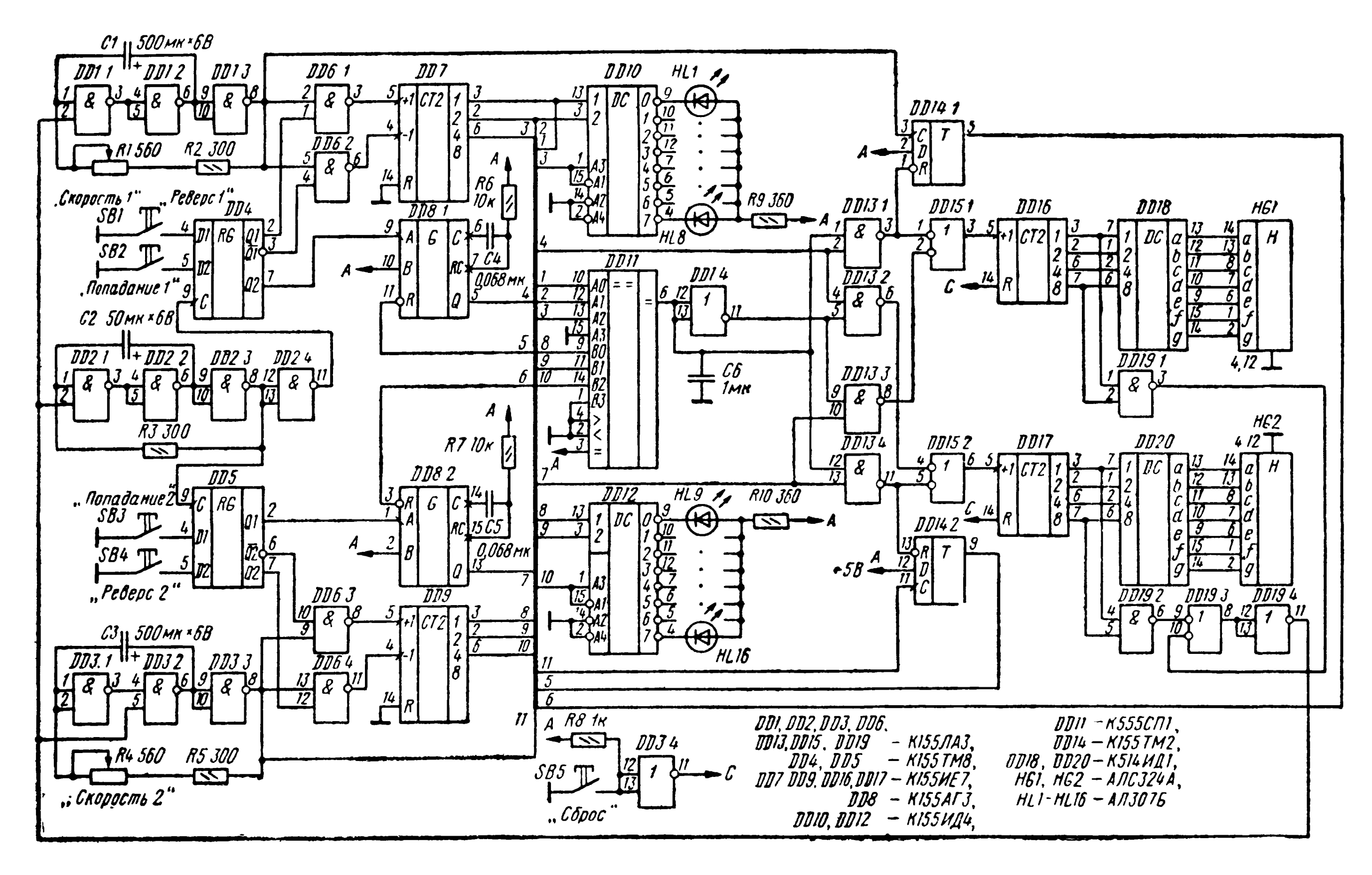


Рис. 29. Принципиальная схема игрового автомата «Электронные салки»

Если в этот момент кто-то из соперников (например, 1) нажмет на свою кнопку SB2 (Попадание 1), то на выходе Q2 регистра DD4 возникает отрицательный перепад напряжения, запускающий формирователь DD8.1. На его выходе Q формируется короткий импульс высокого уровня. Импульс низкого уровня с выхода элемента DD13.1 установит триггер DD14.1 в нулевое состояние, а импульс высокого уровня с выхода элемента DD15.1 увеличит на 1 выходной код счетчика DD16. Первый игрок получит выигрышное очко. На R-вход формирователя DD8.2 с выхода триггера DD14.1 подается низкий уровень, блокирующий этот формирователь, поэтому нажатие кнопки «Попадание 2» соперником не вызывает появление импульса на выходе формирователя DD8.2 и изменения выходного кода счетчика DD17.

Блокирование формирователя DD8.2 прекратится после подачи очередного тактового импульса с выхода генератора DD1.1 — DD1.3 на вход счетчика DD7 одновременно с изменением положения включенного светодиода в линейке HL1 — HL8. Если же кто-то из играющих, например второй, нажмет на свою кнопку «Попадание 2», когда позиции включенных светодиодов в линейках HL1 — HL8 и HL9 — HL16 не совпадают и на выходе узла сравнения DD11 низкий уровень, то импульс с выхода формирователя DD8.2 пройдет через элементы DD13.3, DD15.1 на вход счетчика DD16, и выигрышное очко получит первый игрок. При неудачной попытке, выполненной первым игроком, импульс с выхода формирователя DD8.1 через элементы DD13.2 и DD15.2 пройдет на вход счетчика DD17, и выигрышное очко получает второй игрок. Если на выходах 1 и 8 счетчиков DD16 или DD7 появится высокий уровень (код на выходе счетчика 1001), то низкий уровень с выхода элементов DD19.1 или DD19.2 сформирует низкий уровень на выходе элемента DD19.4 и он заблокирует все тактовые генераторы. Изменения положения включенных светодиодов в линейках в дальнейшем не происходит, а нажатие на кнопки «Попадание 1» и «Попадание 2» не приведет к изменению показаний индикаторов HG1 и HG2. Игра закончена. Для ее возобновления надо вновь нажать на кнопку «Сброс» SB5.

Игровой автомат «Волейбол»

Автомат представляет собой увлекательную игру, позволяющую оценивать внимание и скорость реакции на одиночный световой раздражитель. Общий вид игрового поля — верхней панели устройства — изображен на рис. 30. На каждой площадке расположены три кнопки приема мяча («1», «2», «3») и кнопка «Передача», три светодиодных индикатора попадания «мяча» в определенную зону площадки. Органы управления судьи включают кнопки «Сброс», «Подача» и переключатель темпа игры «≫ —>». В принципе функции судьи может выполнять один из соперников. Кроме того, имеются два цифровых индикатора счета игры и светодиодные индикаторы выигрыша очка каждым из играющих.

После нажатия на кнопку «Сброс» табло высвечивает счет 0 : 0. Переключателем «≫ —>» задают темп игры (время, в течение которого игрок должен «принять мяч» на своей площадке и передать его на площадку противника). После нажатия на кнопку «Подача» гаснут светодиодные индикаторы на каждой площадке, а также светодиоды, индицирующие выигрыш очка (если они были включены), и через несколько секунд происходит случайное вбрасывание «мяча» в произвольную зону игрового поля. Тот играющий, на площадку которого вброшен «мяч», должен нажатием на одну из кнопок «1», «2» или «3», соответствую-

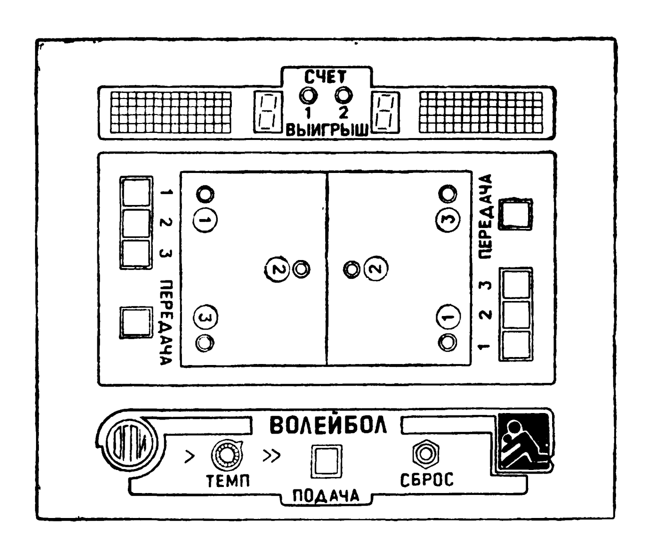


Рис. 30. Верхняя панель игрового автомата «Волейбол»

щих этой зоне, выполнить прием «мяча», а затем, не отпуская кнопки приема, нажатием на кнопку «Передача», послать мяч на площадку противника.

Если играющий выполнит действия в указанной последовательности и в течение времени, заданного переключателем темпа игры, то «мяч» окажется на площадке соперника в одной из трех зон, что проиндицирует соответствующий светодиод. Задача второго играющего аналогична. Игра продолжается до тех пор, пока один из играющих не нарушит правила игры (ошибется в последовательности нажатий или превысит время, отведенное ему для приема и передачи мяча). В этом случае включится светодиод, свидетельствующий о выигрыше очка соперником, и показания индикатора счета увеличатся на 1.

После выигрыша очередного очка необходимо снова нажать на кнопку «Подача». Игра продолжается до 15 очков. Когда показания индикатора превышают 9, то включается запятая и цифра, соответствующая числу единиц (например, показание «0», означает 10).

После победы одного из «волейболистов» для возобновления состязаний следует нажать на кнопки «Сброс» и «Подача». Изменить темп игры можно как перед началом игры, так и перед очередной подачей.

Упрощенная функциональная схема игрового автомата показана на рис. 31. Он содержит тактовый генератор ГТ, реле времени РВ, генератор случайных импульсов ГСИ и два идентичных блока, каждый из которых содержит элемент И—НЕ, двух- четырехвходовые элементы ИЛИ, регистр RG, таймер G, логическое устройство ЛУ, формирователь импульсов F, триггер T, счетчик CT и блок индикации счета БИ. Каждый играющий управляет тремя кнопками приема мяча (SB2 — SB4, SB6 — SB8) и кнопкой передачи мяча (SB5, SB9) на площадку соперника [34].

Перед началом игры судья или один из играющих нажатием на кнопку SB10 «Сброс» обнуляет показания счетчиков CT1 и CT2 и на табло блоков индикации БИ1 и БИ2 высвечиваются нулевые показания. После нажатия на кнопку SB1 «Подача» устанавливаются в состояние 0 триггеры T1 и T2, гаснут

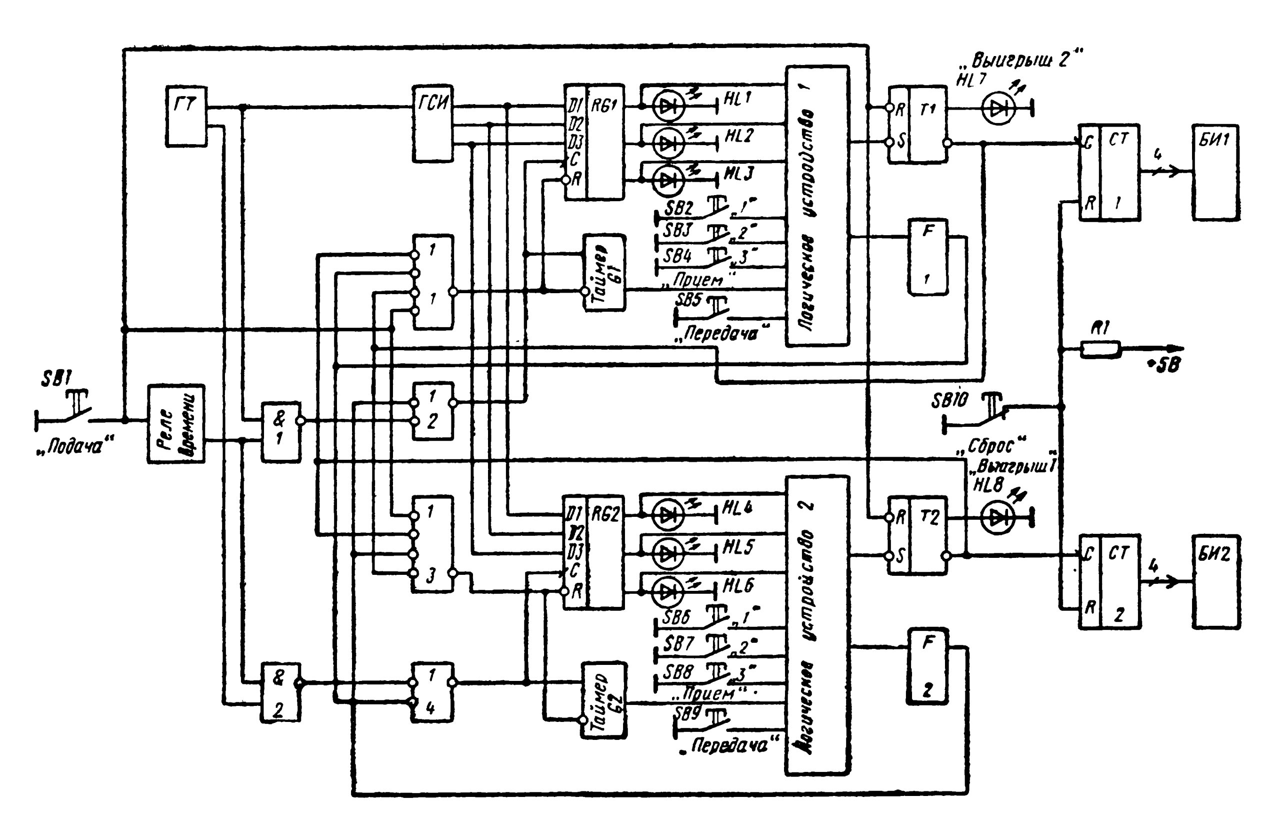


Рис. 31. Функциональная схема игрового автомата «Волейбол»

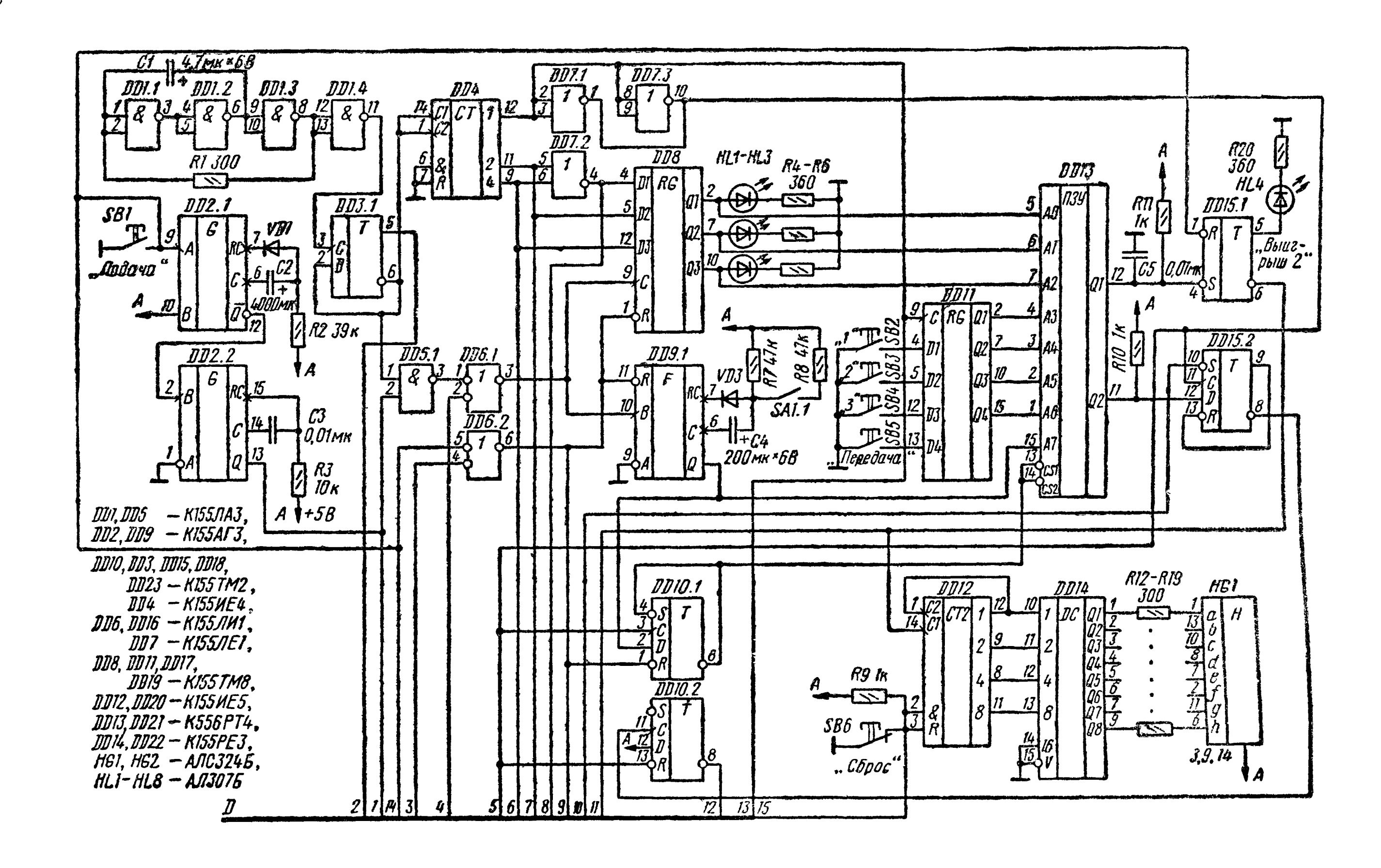
светодиоды HL7 и HL8. Одновременно подачей низкого уровня на R-вход регистров RG1 и RG2 они обнуляются и индикаторы игровой ситуации HL1 — HL6 также гаснут. Таймеры G1 и G2 устанавливаются в исходное состояние.

Тактовый генератор вырабатывает прямоугольные импульсы со скважностью 2, которые запускают генератор случайных импульсов ГСИ. На трех его выходах поочередно появляются прямоугольные импульсы со скважностью 3, подаваемые на информационные входы регистров RG1 и RG2. Нажатием на кнопку «Подача» запускается также реле времени и через несколько секунд оно формирует одиночный короткий импульс, поступающий на входы первого и второго элементов И—НЕ. Если этот импульс совпал с тактовым импульсом высокого уровня, то короткий импульс низкого уровня поступает на вход синхронизации регистра RG1, в результате на игровом поле первого играющего включится один из светодиодов HL1 — HL3. Одновременно запускается таймер G1. Задача первого играющего — нажать на одну из кнопок приема мяча SB2 — SB4, соответствующую включенному светодиоду, а затем, не отпуская кнопку приема, нажать на кнопку передачи SB5 и выполнить все это в течение заданного времени τ (длительности импульса таймера G1). Логическое устройство ЛУ1 определит, справился ли первый играющий со своей задачей. До выполнения задания на обоих выходах логического устройства был высокий уровень. Если «прием мяча» выполнен верно, состояние логического устройства не изменяется. Если передача мяча выполнена в срок и безошибочно, то высокий уровень на нижнем по схеме выходе логического устройства сменится на низкий.

Отрицательный перепад запускает формирователь F1, короткий импульс с его выхода проходит через первый элемент ИЛИ и обнуляет регистр RG1. Светодиоды HL1 — HL3 погаснут. Таймер G1 установится в исходное состояние. Кроме того, импульс с выхода формирователя F1, проходя через четвертый элемент ИЛИ, запустит таймер G2, и в регистр RG2 запишется случайная информация с выхода генератора случайных импульсов. Включается один из светодиодов HL4 — HL6, т. е. «мяч» попал на площадку второго играющего и теперь ему нужно его принять, а затем передать на площадку соперника. Эти циклы повторяются до тех пор, пока один из «волейболистов» не совершит ошибку.

Ошибками считаются нажатие кнопки приема, не соответствующей зоне площадки, в которой находится «мяч»; нажатие кнопки приема с опережением, т. е. до того, как «мяч» появился на площадке; нажатие вместо кнопки приема кнопки «Передача»; нажатие кнопки «Передача» при отпущенной кнопке приема; верное нажатие кнопок приема и передачи, но с опозданием, т. е. после окончания импульса таймера.

Если ошибку совершил первый игрок, то на верхнем по схеме выходе логического устройства ЛУ1 формируется низкий уровень, триггер T1 устанавливается в состояние 1 и включается светодиод HL7 «Выигрыш 2», свидетельствующий о выигрыше очка вторым игроком. На входе C счетчика CT1 формируется отрицательный перепад напряжения, и код на выходе счетчика увеличивается на 1. Одновременно на 1 увеличиваются показания индикатора БИ1. Низкий уровень с инверсного выхода триггера T1 через первый и третий элементы ИЛИ обнуляет регистры RG1 и RG2 и устанавливает таймеры G1 и G2 в исходное состояние. Индикаторы HL1 — HL6 гаснут, начинается розыгрыш нового очка, для чего надлежит вновь нажать на кнопку «Подача». При ошибке


DD1.1
DD1.2
DD1.3
DD1.4
C1 4,7мк×6В
R1 300
DD4
CT
DD7.1
DD7.2
DD7.3
DD8
RG
HL1-HL3
R4-R6 360
SB1
„Подача"
DD2.1
G
VD1
C2 4000мк
R2 39к
DD3.1
T
DD2.2
G
C3 0,01мк
R3 10к
+5В
DD5.1
DD6.1
DD6.2
DD9.1
F
VD3
R7 47к
R8 47к
SA1.1
C4 200мк×6В
DD11
RG
SB2
SB3
SB4
SB5
„Передача"
DD13
ПЗУ
R11 1к
C5 0,01мк
R10 1к
R20 360
HL4
DD15.1
T
„Выигрыш 2"
DD15.2
T
DD1, DD5 — К155ЛА3,
DD2, DD9 — К155АГ3,
DD10, DD3, DD15, DD18,
DD23 — К155ТМ2,
DD4 — К155ИЕ4,
DD6, DD16 — К155ЛИ1,
DD7 — К155ЛЕ1,
DD8, DD11, DD17,
DD19 — К155ТМ8,
DD12, DD20 — К155ИЕ5,
DD13, DD21 — К556РТ4,
DD14, DD22 — К155РЕ3,
HG1, HG2 — АЛС324Б,
HL1-HL8 — АЛ307Б
DD10.1
DD10.2
R9 1к
SB6
„Сброс"
DD12
CT2
DD14
DC
R12-R19 300
HG1
H
D

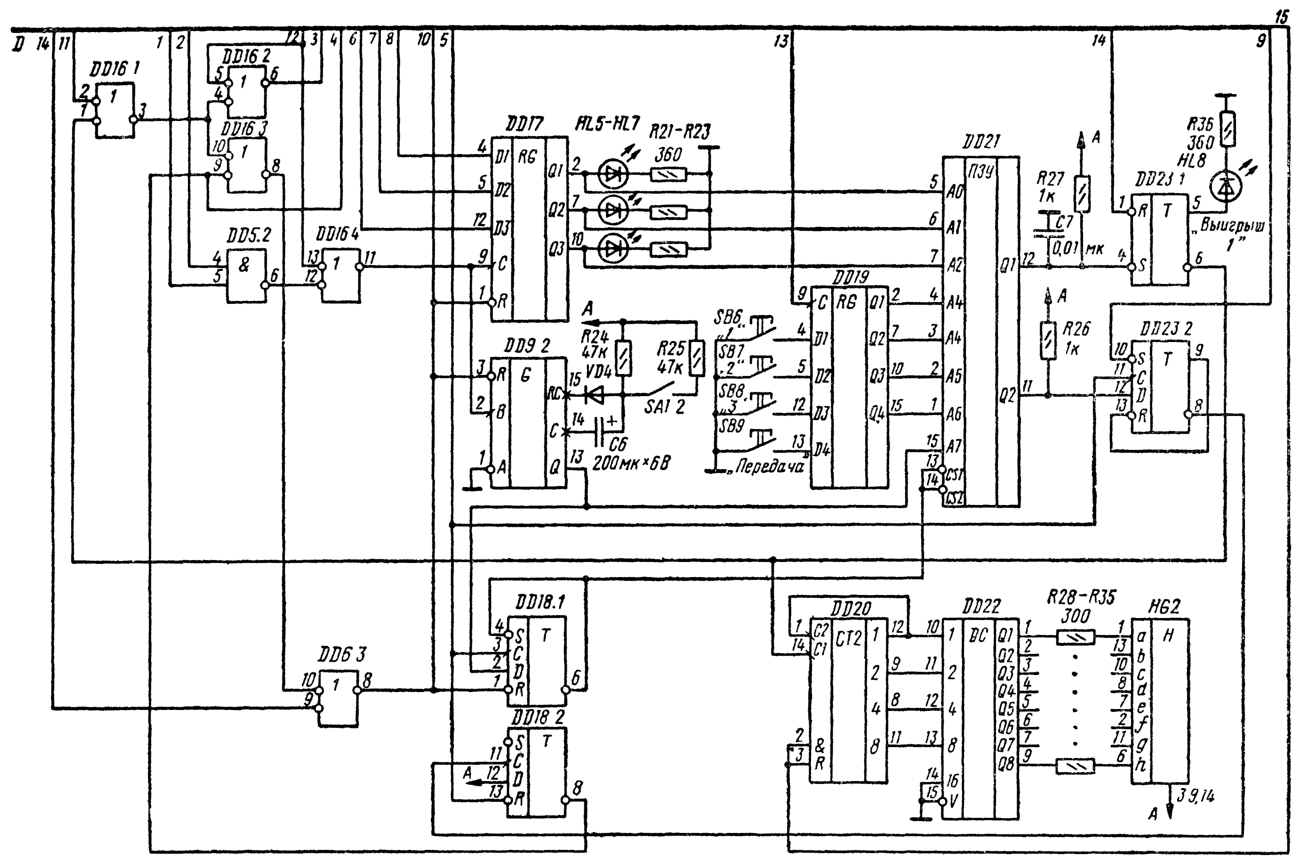


Рис. 32. Принципиальная схема игрового автомата «Волейбол»

второго играющего включается светодиод HL8 «Выигрыш 1» и увеличиваются показания индикатора БИ2.

В остальном циклы игры аналогичны описанному. Если при «подаче» короткий импульс на выходе PB совпадает с тактовым импульсом низкого уровня, то «вбрасывание» происходит на площадку второго играющего. Игра продолжается до тех пор, пока один из играющих не наберет 15 очков. Для начала новой партии необходимо нажать на кнопку «Сброс», после чего индикаторы счета обнуляются, и игра возобновляется.

Принципиальная схема устройства изображена на рис. 32, а, б. Тактовый генератор собран на элементах DD1.1 — DD1.4 и триггере DD3.1, обеспечивающем на выходе скважность импульсов, равную 2. Генератор случайных импульсов выполнен по традиционной схеме на счетчике DD4 и элементе DD7.2. Импульсы высокого уровня на выходах этого генератора появляются поочередно и имеют скважность, равную 3. Реле времени выполнено на двух одновибраторах. Первый из них — DD2.1 — обеспечивает формирование импульса низкого уровня длительностью 5...7 с, по фронту которого второй одновибратор — DD2.2 — формирует короткий импульс высокого уровня длительностью менее 1 мс. Поступая на вход элементов DD5.1, DD5.2, этот импульс обеспечивает случайное «вбрасывание мяча» в любую зону площадок первого или второго участника игры. Регистры отображения игровой ситуации собраны на микросхемах DD8 и DD17, а таймеры — на одновибраторах DD9.1 и DD9.2. Переключатель SA1 обеспечивает изменение длительности импульсов таймеров DD9.1 и DD9.2, определяющих допустимое время «обработки мяча» (приема и передачи его на площадку соперника).

Логические устройства реализованы на ПЗУ DD13 и DD21. С целью исключения влияния дребезга контактов кнопки SB2 — SB9 подключены ко входам логических устройств через регистры DD11, DD19. Информация в эти регистры записывается по фронту тактовых импульсов, а считывание информации с выходов Q2 ПЗУ DD13 и DD21 — по срезу тактовых импульсов. На триггерах DD15.2, DD10.2 и DD23.2, DD18.2 собраны формирователи импульсов. Кроме того, триггеры DD10.1 и DD18.1 поочередно блокируют логические устройства при нахождении «мяча» на противоположной площадке. Счетчики ошибок выполнены на микросхемах DD12 и DD20. Блоки индикации содержат дешифраторы на ПЗУ DD14 и DD22 и цифровые индикаторы HG1 и HG2.

Таблица 10

Адрес 16-ричный	00	9C	AA	B1	DC	EA	F1	Остальные
Код выходной 16-ричный	3	1	1	1	3	3	3	2

Таблица 11

Адрес	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00	C0	F9	A4	B0	99	92	82	F8	80	90	40	79	24	30	19	12
	Остальные XX															

В заключение представим таблицы программирования ПЗУ, используемых в игровом автомате. В табл. 10 приведены коды для ПЗУ DD13, DD21, используемых в качестве логических устройств, а в табл 11 — для ПЗУ DD14 и DD22, используемых в качестве дешифраторов блоков индикации.

Игровой автомат «Теннис»

Эта электронная игра является одной из многих, позволяющих оценить быстроту реакции. По алгоритму она напоминает теннис, правда, если при игре в теннис играющий старается не промахнуться по мячу в пространстве, то в данном случае игрок должен «отбить мяч» в течение заданного интервала времени. Верхняя панель игрового автомата изображена на рис. 33. Движение мяча отображает перемещение позиции включенного светодиода в линейке из 14 индикаторов, а роль ракеток выполняют кнопки. В автомате предусмотрены два режима: «Игра» и «Тренировка» (тренировка напоминает игру теннисиста у «стенки»). Счет игры отображают цифровые индикаторы.

Игру ведут до 9 очков. Включают устройство и тумблером «Игра» — «Тренировка» выбирают нужный режим. Нажатием на кнопку «Сброс счета» обнуляют показания цифровых индикаторов и включают светодиоды «Подача 1» и «Подача 2». Право первой подачи предоставляется любому из соперников (по договоренности). Предположим, что выбран режим «Игра», а право подачи предоставлено первому играющему. После нажатия на кнопку «Подача 1» гаснут индикаторы подачи, а на линейке светодиодов возникает эффект «бегущего огня» слева направо. Задача второго играющего — нажать на кнопку «Ракетка 2» в течение времени, когда включен один из трех крайних светодиодов линейки. Если это выполнено, то изменяется направление «бегущего огня» и теперь «отбить мяч» должен первый играющий. Для этого нужно опять-таки нажать на кнопку «Ракетка 1», пока светит один из трех крайних светодиодов линейки. Если же кто-то из играющих нажмет на кнопку «Ракетка» раньше, чем мяч достигнет игровой зоны или сделает это с опозданием, когда уже погаснет крайний светодиод, то он проигрывает и очко получает соперник, а кроме того, включается светодиод «Подача» у проигравшего игрока. Аналогичная

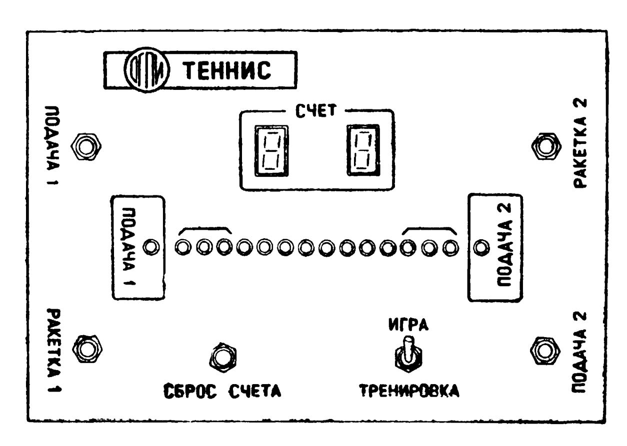


Рис. 33. Верхняя панель игрового автомата «Теннис»

ситуация возникает, если играющий вообще не нажал на кнопку «Ракетка».

При розыгрыше очередного очка подачу выполняет тот, кто проиграл предыдущее очко. Набравшего первым 9 очков признают победителем. Как уже отмечалось, в автомате предусмотрен режим «Тренировка». В этом случае «мяч» движется сначала к «стенке», а дойдя до нее (когда включится 12-й светодиод линейки), меняет направление движения. Задача первого игрока — своевременно «отбивать мяч», отскакивающий от «стенки». Все ошибки в этом случае индицирует правый цифровой индикатор на передней панели игрового автомата.

Функциональная схема автомата изображена на рис. 34. Пусть переключатель режима установлен в положение «Игра». После включения автомата и нажатия на кнопку SB5 «Сброс счета» обнуляются счетчики СТ2 и СТ3 и цифровые индикаторы высвечивают нулевые показания. На обоих выходах логического устройства ЛУ3 — высокий уровень, поэтому триггеры Т3 и Т4 устанавливаются в состояние 1, и включаются светодиоды «Подача 1» и «Подача 2». Высокий уровень с прямых выходов триггеров Т3 и Т4 разрешает работу формирователя F3 и F4. Триггер Т2 устанавливается в нулевое состояние.

Пусть право на подачу получил первый играющий. По нажатию кнопки SB3 «Подача 1» на выходе формирователя F3 появляется короткий импульс низкого уровня. Высоким уровнем с выхода инвертора реверсивный счетчик СТ1 устанавливается в состояние 0. Одновременно триггер Т2 переходит в состояние 1. Перепад напряжения на выходе триггера Т2 запускает формирователь F5, который вырабатывает импульс высокого уровня, переключающий триггеры Т3, Т4 в состояние 0. Индикаторы подачи гаснут, формирователи F3, F4 оказываются блокированными низким уровнем с прямых выходов этих триггеров. Логические устройства ЛУ1 и ЛУ2 идентичны. На их выходе формируется высокий уровень либо при уровне 0 на нижнем по схеме входе, либо при уровне 1 одновременно на верхнем и среднем входах. Таким образом, после нажатия на кнопку SB3 «Подача 1» на выходе логического устройства ЛУ2 возникает высокий уровень, устанавливающий триггер Т1 в состояние 1, разрешая прохождение тактовых импульсов через первый элемент И—НЕ на суммирующий вход счетчика СТ1. Код на выходе этого счетчика монотонно возрастает, и положение включенного светодиода в линейке перемещается.

Если второй играющий без ошибки нажмет на кнопку «Ракетка 2», когда на выходе четвертого элемента И—НЕ присутствует высокий уровень, то на обоих выходах логического устройства ЛУ3 формируется низкий уровень. Состояние триггеров Т3, Т4 и Т2 не меняется. Подача высокого уровня на верхний по схеме вход логического устройства ЛУ1 и импульса высокого уровня с выхода формирователя F1 приводит к тому, что на выходе ЛУ1 формируется импульс высокого уровня, переключающий триггер Т1 в нулевое состояние. При этом запрещается подача тактовых импульсов на вход +1 счетчика СТ1 и разрешается их прохождение через второй элемент И—НЕ на вход — 1 счетчика. Код на выходе счетчика СТ1 монотонно уменьшается, и положение включенного светодиода в линейке смещается в обратную сторону.

Теперь «прием мяча» должен выполнить первый играющий. Если он не сделает ошибки, то «мяч» снова изменит направление и «полетит» ко второму играющему. Если же нажатие на кнопку «Ракетка 1» произойдет до попадания «мяча» в игровую зону, то на верхнем выходе логического устройства ЛУ3 будет сформирован высокий уровень, а на нижнем — низкий. Триггер Т3 переключится в состояние 1, включая светодиод «Подача 1», который сигнализиру-

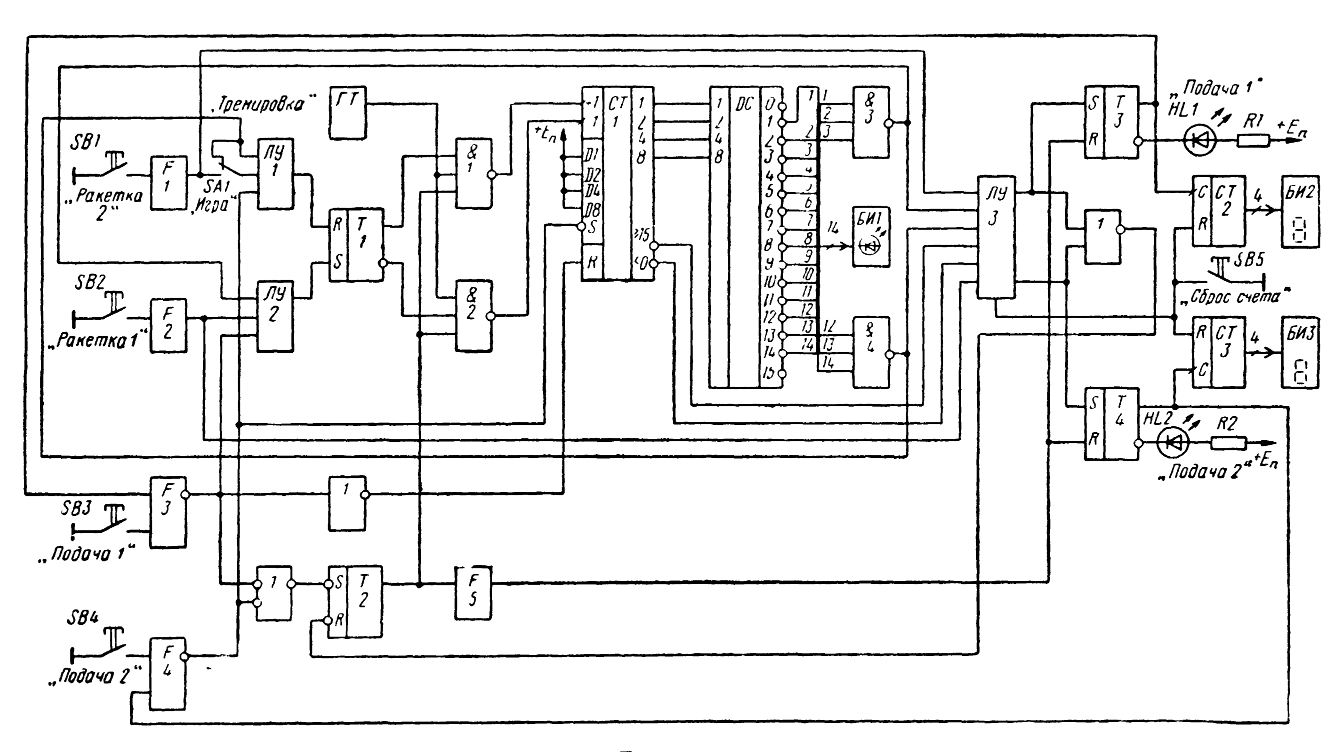


Рис. 34. Функциональная схема игрового автомата «Теннис»

ет о проигрыше очка первым играющим. Перепад напряжения на входе С счетчика СТ2 увеличивает на 1 код на его выходе, и очко получает второй играющий. Высокий уровень с прямого выхода триггера Т3 снимает блокировку с формирователя F3, разрешая выполнение подачи первым играющим.

Аналогичная ситуация возникает и в случае, когда первый играющий не успевает среагировать на мяч и нажимает на кнопку «Ракетка» с опозданием. В этом случае по появлении низкого уровня на выходе $\leqslant 0$ счетчика СТ1 на верхнем выходе логического устройства ЛУ3 формируется высокий уровень, включается светодиод «Подача 1», на 1 увеличивается выходной код счетчика СТ2 и очко получает второй играющий. В случае ошибки второго играющего высокий уровень формируется на нижнем выходе ЛУ3, триггер Т4 переключается в состояние 1, включается светодиод «Подача 2» и на 1 увеличиваются показания БИ3. Одновременно разрешается работа формирователя F4 и право подачи получает второй играющий.

В режиме тренировки (переключатель SA1 в верхнем положении) формирователь F1 отключается от входа логического устройства ЛУ1. Верхний и средний входы этого логического устройства оказываются подключенными к выходу четвертого элемента И—НЕ. Поэтому, когда при движении «мяча» слева направо низкий уровень появится на выходе 12 дешифратора DC и включится 12-й светодиод линейки, на выходе логического устройства ЛУ1 появится высокий уровень. Триггер Т1 переключится в нулевое состояние, и тактовые импульсы через второй элемент И—НЕ будут поступать на вход —1 счетчика СТ1. Таким образом, направление движения «мяча» автоматически изменяется на противоположное, как только он достигнет «стенки». Действия первого играющего идентичны описанным в режиме «Игра». Его ошибки фиксируются индикатором БИ2.

Принципиальная схема игрового автомата изображена на рис. 35, а, б. Формирователи импульсов F1 и F2 (см. рис. 34) реализованы на триггерах DD1.1, DD1.2 и одновибраторах DD2.1, DD2.2. Логическое устройство ЛУ1 содержит элементы DD4.1, DD4.2, а логическое устройство ЛУ2 — элементы DD4 3, DD4.4. На элементах DD5.1 — DD5.3 собран тактовый генератор. Его частота определяет скорость движения «мяча». Формирователи F3 и F4 выполнены на элементах DD3.1 и DD3.2, а логическое устройство ЛУ3 — на элементах DD12.1 — DD12.4, DD11.2, DD11.3. Рассмотрим случай, когда переключатель режима работы установлен в положение «Игра». После включения устройства и нажатия на кнопку SB5 «Сброс счета» обнуляются счетчики DD14, DD15 и на индикаторах HG1, HG2 высвечиваются нулевые показания. С элементов DD11.2, DD11.3 на входы элемента DD6.3 поступает высокий уровень, триггер DD7.1, устанавливается в нулевое состояние. Высокий уровень с выходов элементов DD11.2 и DD11.3 устанавливает триггеры на элементах DD13.1, DD13.2 и DD13.3, DD13.4 в состояние 1, включаются светодиоды HL15 («Подача 2») и HL16 («Подача 1»). Высокие уровни с прямых выходов триггеров подаются на нижние по схеме входы элементов DD3.1 и DD3.2.

Допустим, что право первой подачи получил второй играющий. После нажатия на кнопку SB4 «Подача 2» на выходе элемента DD3.2 появляется низкий уровень, который устанавливает счетчик DD9 в состояние «15». Высокий уровень с выхода элемента DD4.2 устанавливает RS-триггер на элементах DD6.1, DD6.2 в состояние 0, и на верхнем входе элемента DD8.2 появляется высокий уровень, а на верхнем входе элемента DD8.1 — низкий. Низкий уровень с выхода

элемента DD3.4 устанавливает триггер DD7.1 в состояние 1. За счет перепада напряжения на его выходе дифференцирующая цепь C7, R8 формирует короткий импульс высокого уровня, переключающий триггеры на элементах DD13.1, DD13.2 и DD13.3, DD13.4 в нулевое состояние. Светодиоды HL15 и HL16 гаснут. Низкий уровень с выхода элемента DD13.1 подается на нижний вход элемента DD3.2. Таким образом, на его выходе после нажатия на кнопку SB4 формируется импульс низкого уровня длительностью, равной задержке распространения сигнала в элементах DD3.3, DD3.4, DD7.1, DD13.1, DD13.2.

Импульсы с выхода тактового генератора через элемент DD8.2 поступают на вход −1 счетчика DD9, и код на его выходе монотонно уменьшается, а на линейке светодиодов HL1 — HL14 создается эффект «бегущих огней» справа налево. Задача первого играющего — нажать на кнопку «Ракетка 1» в течение времени, пока включен один из светодиодов HL1 — HL3. С выхода элемента DD8.3 на нижний по схеме вход элемента DD4.3 подается высокий уровень. Если первый играющий нажмет в это время на кнопку SB2, то триггер DD1.2 переключится в состояние 1, а на выходе одновибратора DD2.2 сформируется короткий импульс высокого уровня, который пройдет через элементы DD4.3, DD4.4 и переключит триггер на элементах DD6.1, DD6.2 в состояние 1. Теперь тактовые импульсы через элемент DD8.1 подаются на вход +1 счетчика DD9 и «бегущий огонь» меняет направление. Второй играющий должен нажать на кнопку SB1 «Ракетка 2», пока светится один из светодиодов HL12 — HL14. При этом высокий уровень с выхода элемента DD11.1 подается на верхний по схеме вход элемента DD4.1. После нажатия на кнопку «Ракетка 2» на выходе одновибратора DD2.1 формируется короткий импульс высокого уровня, который проходит через элементы DD4.1, DD4.2 и вновь переключает триггер DD6.1, DD6.2 в состояние 0, в результате чего снова меняется направление движения «мяча», и к его приему следует готовиться первому играющему.

Розыгрыш очка завершается после ошибки одного из соперников. Так, если первый играющий нажмет на кнопку «Ракетка 1» до того, как включится светодиод HL3, т. е. пока на выходе элемента DD8.3 низкий уровень, то импульс с выхода одновибратора DD2.2 пройдет через элементы DD12.4 и DD11.3 и переключит триггер DD13.3, DD13.4 в состояние 1. Включится светодиод HL16 «Подача 1», свидетельствующий о том, что очко выиграл второй играющий, а первому предоставляется право подачи при розыгрыше следующего очка. Одновременно высокий уровень с выхода триггера подается на нижний вход элемента DD3.1, разрешая «подачу», а отрицательный перепад напряжения на выходе элемента DD13.3 увеличивает на 1 выходной код счетчика DD15 выигрышных очков второго играющего. Соответственно изменяются показания индикатора HG2. Аналогичная ситуация возникает, если первый играющий нажмет на кнопку «Ракетка 1» с опозданием или вообще не среагирует на «мяч». В этом случае низкий уровень с выхода ⩽0 счетчика DD9 поступит на нижний вход элемента DD11.3. Если же ошибку совершит второй играющий, то в зависимости от ситуации либо импульс с выхода одновибратора DD2.1 пройдет через элементы DD12.2 и DD11.2 и переключит триггер DD13.1, DD13.2 в состояние 1, либо этот триггер переключится в состояние 1 подачей низкого уровня с выхода ⩾15 счетчика DD9 на верхний вход элемента DD11.2. В обоих случаях включится светодиод HL15 «Подача 2», а код на выходе счетчика DD14 увеличится на 1. Соответственно сменятся показания индикатора HG1, который показывает выигрышные очки первого играю-

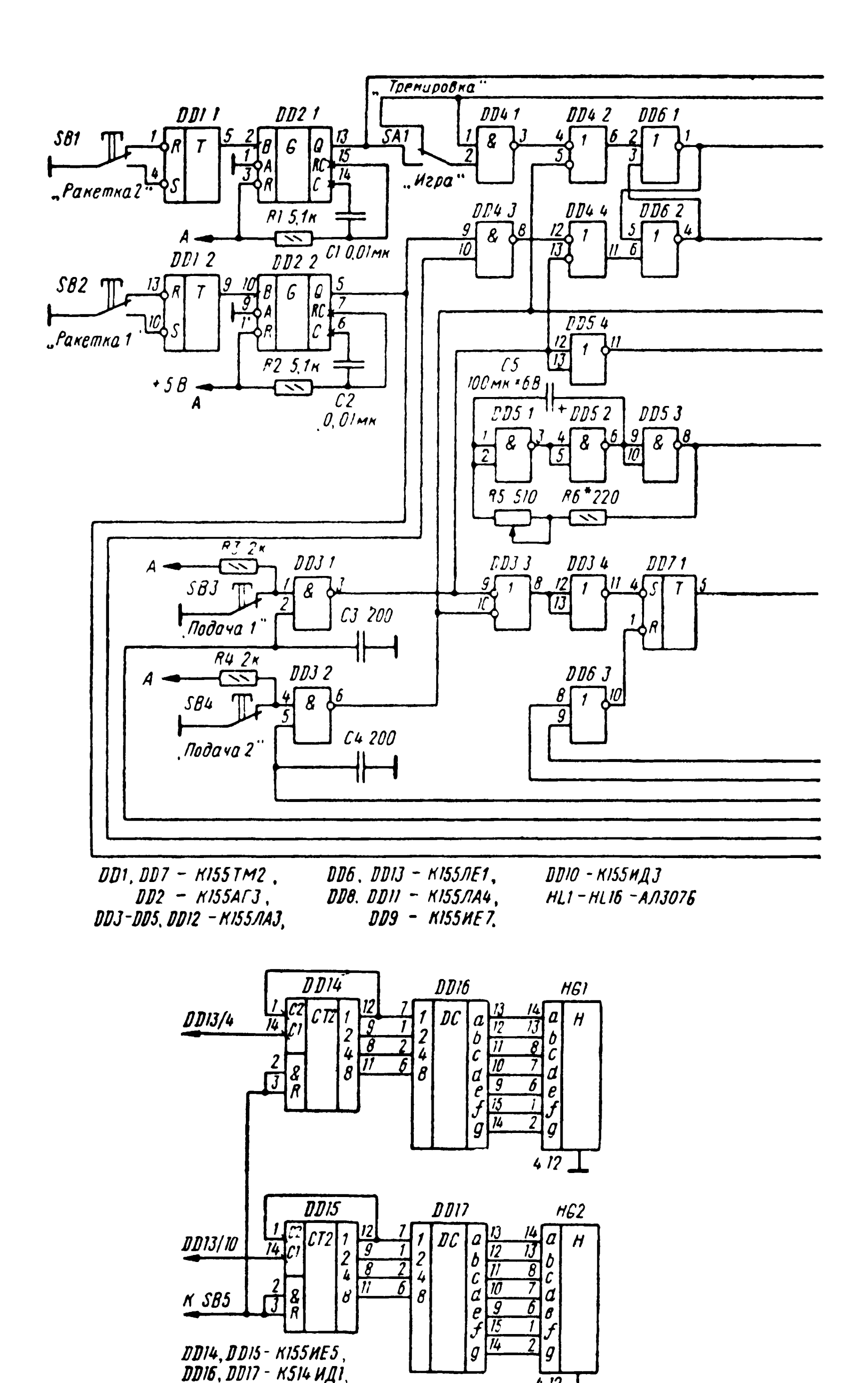
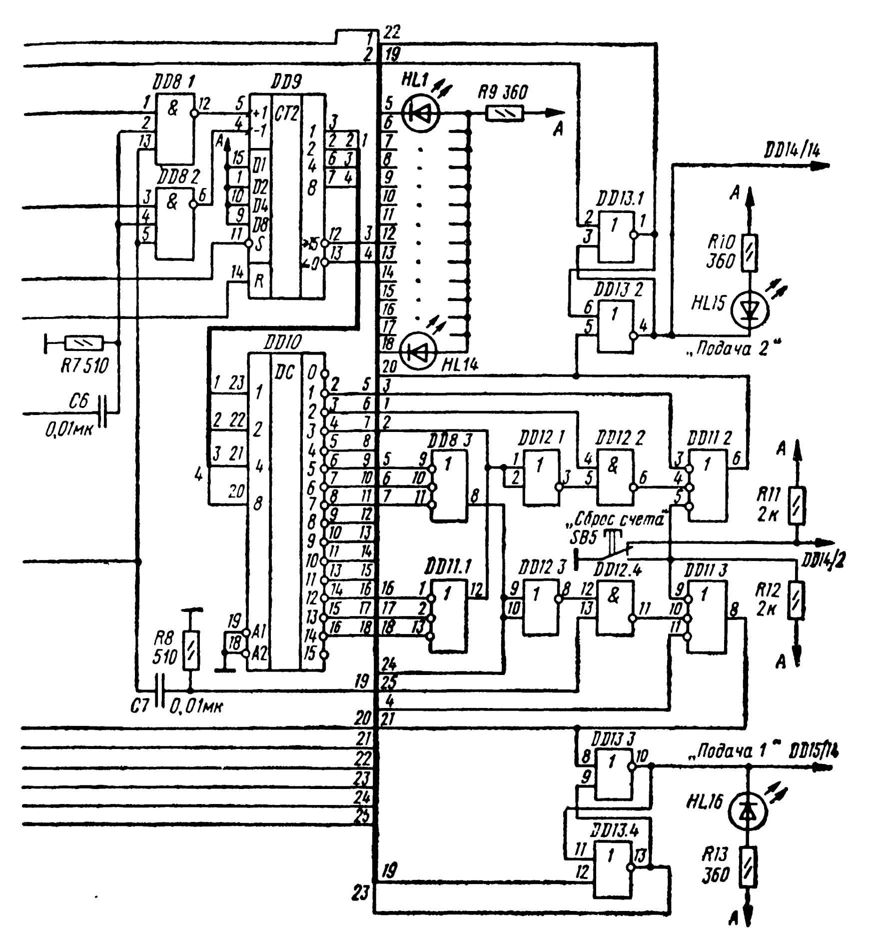


Рис. 35. Принципиальная схема игрового автомата «Теннис»



щего. Высокий уровень с выхода элемента DD13.1 снимает блокировку с формирователя импульса подачи второго играющего.

Рассмотрим, как работает автомат в режиме «Тренировка». После «подачи» первого играющего, как и в предыдущем случае, триггер на элементах DD6.1 и DD6.2 устанавливается в единичное состояние, счетчик DD9 обнуляется, а затем тактовые импульсы через элемент DD8.1 поступают на вход +1 счетчика DD9 и «мяч» движется слева направо. Как только на выходе 12 дешифратора DD10 появится низкий уровень и включится светодиод HL12, высокий уровень с выхода элемента D11.1 будет подан на вход элемента DD4.1. В результате триггер DD6.1, DD6.2 переключится в нулевое состояние, тактовые импульсы начинают поступать через элемент DD8.2 на вход −1 счетчика DD9 и «мяч», как бы отразившись от «стенки», движется в обратном направлении. Первый играющий должен отбить «мяч», его ошибки фиксирует счетчик DD15 и отображает индикатор HG2. После ошибки надо каждый раз выполнять подачу. В режиме «Тренировка» для оценки подготовки играющего можно фиксировать время, за которое число ошибок достигнет 9. Чем больше это время, тем лучше подготовка «теннисиста».

Логическая игра «Переправа»

Эта игра способствует развитию логического мышления, а также может быть использована как демонстрационный стенд на уроках информатики в средней школе и ПТУ. Большинству читателей, наверно, с детства знакома игра «Переправа», в которой лодочник должен был переправить с одного берега на другой волка, козу и капусту [24]. Описываемая игра является более сложной. В ней три рыцаря, каждый в сопровождении своего оруженосца, съехались на берегу реки и хотят переправиться на другой берег при условии, что, оказавшись отдельно от своего рыцаря, ни один из оруженосцев не находился бы в обществе других рыцарей. В их распоряжении имеется лодка, в которой могут разместиться не более двух пассажиров. Перевозчика в лодке нет, и поэтому переправа ее с одного берега на другой может осуществляться только при наличии в ней пассажира.

На лицевой панели устройства (рис. 36) расположены 6 тумблеров (Р1—Р3, 01—03), определяющих положение рыцарей и оруженосцев на левом или правом берегах и их предполагаемые перемещения. Положение рыцарей и оруженосцев на левом или правом берегу, а также пассажиров в лодке индицируют 18 светодиодов. Светодиод «Нарушение правил» включается при попытке переправы лодки без пассажиров. Светодиоды «Авария ЛБ» и «Авария ПБ» индицируют конфликтные ситуации на левом или правом берегу соответственно.

Принципиальная схема игрового блока изображена на рис. 37 [37]. Триггер DD1.1, элементы DD3.1, DD3.2, DD2.1 обеспечивают формирование коротких импульсов высокого уровня при каждом переключении тумблера SA1 («Лодка»). Устройство отображения игровой ситуации собрано на регистрах DD9, DD10 и светодиодах HL10 — HL21. Узел индикации пассажиров в лодке реа-

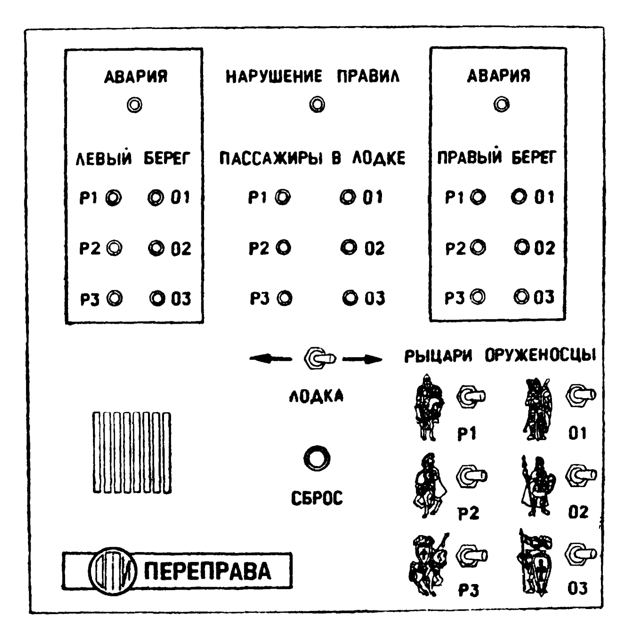


Рис. 36. Лицевая панель логической игры «Переправа»

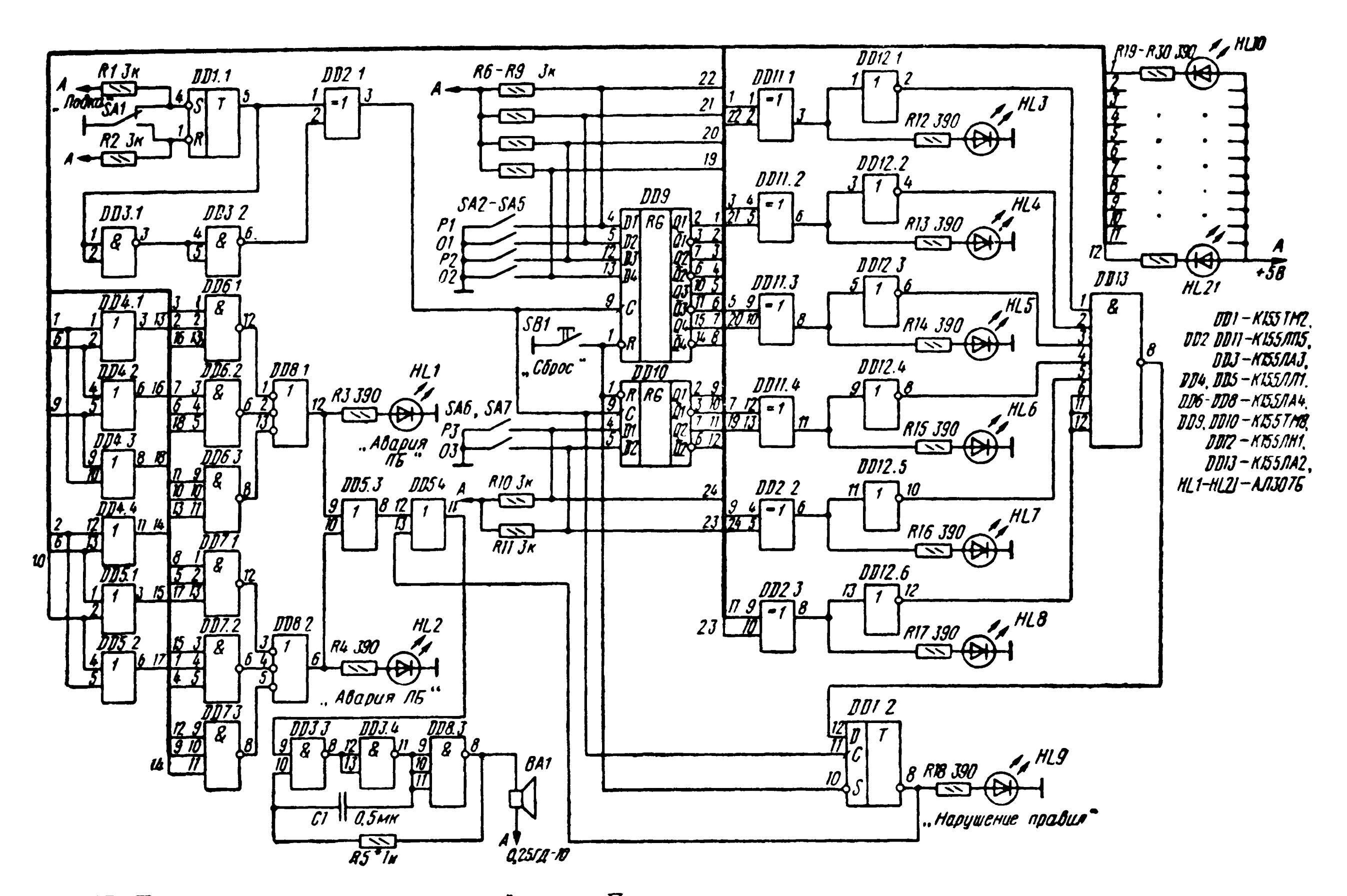


 Рис. 37. Принципиальная схема логической игры «Переправа»

лизован на элементах DD11.1 — DD11.4, DD2.2, DD2.3 и светодиодах HL3 — HL8. В автомате имеется также узел контроля нарушения правил игры (DD12, DD13, DD1.2, HL9), логическое устройство для обнаружения и индикации конфликтных ситуаций на левом и правом берегах (DD4.1 — DD4.4, DD5.1, DD5.2, DD6.1 — DD6.3, DD7.1 — DD7.3, DD8.1, DD8.2, HL1, HL2) и звуковой сигнализатор тревоги или нарушения правил (DD5.3, DD5.4, DD3.3, DD3.4, DD8.3).

Перед началом игры все пассажиры и лодка находятся на левом берегу (контакты тумблеров SA2 — SA7 замкнуты, а тумблер SA1 находится в положении, указанном на схеме). После нажатия на кнопку SB1 «Сброс» регистры DD9 и DD10 обнуляются и включаются светодиоды HL10, HL12, HL14, HL16, HL18 и HL20, индицирующие положение пассажиров на левом берегу. Триггер DD1.2 устанавливается в единичное состояние, при котором светодиод HL9 гаснет. Светодиоды HL3 — HL8 не светят, так как на все входы элементов DD11.1 — DD11.4, DD12.1, DD12.2 подаются уровни логического нуля. Логическое устройство определения конфликтных ситуаций реализует следующие логические функции:

$$[01\wedge\overline{P1}\wedge(P2\vee P3)]\vee[02\wedge\overline{P2}(P1\vee P3)]\vee[03\wedge\overline{P3}\wedge(P1\vee P2)]$$

для формирования сигнала тревоги на правом берегу, а также

$$[\overline{01}\wedge P1\wedge(\overline{P2}\vee\overline{P3})]\vee[\overline{02}\wedge P2\wedge(\overline{P1}\vee\overline{P3})]\vee[\overline{03}\wedge P3\wedge(\overline{P1}\vee\overline{P2})]$$

для формирования сигнала тревоги на левом берегу. При этом символы P1, 01, P2, 02, P3, 03 соответствуют замкнутым контактам тумблеров SA2 — SA7, а символы $\overline{P1}$, $\overline{01}$, $\overline{P2}$, $\overline{02}$, $\overline{P3}$, $\overline{03}$ — разомкнутым контактам тумблеров.

Предположим, что первыми переправляются оруженосцы 01, 02, для чего следует разомкнуть контакты тумблеров SA3 и SA5. При этом на входы D2, D4 регистра DD9 и на нижние по схеме входы элементов DD11.2 и DD11.4 будет подан высокий уровень. Поэтому включатся светодиоды HL4 и HL6, свидетельствующие о посадке в лодку оруженосцев 01 и 02. Так как на выводы 2 и 4 элемента DD13 подается низкий уровень, то высокий уровень с выхода этого элемента поступит на D-вход триггера DD1.2.

После «переправы» (переключения тумблера SA1) триггер DD1.1 переходит из единичного в нулевое состояние и на выходе элемента DD2.1 формируется короткий импульс высокого уровня, который поступает на входы синхронизации регистров DD9, DD10 и триггера DD1.2. В результате двоичный код на прямых выходах регистров DD9 и DD10 соответствует коду, набранному тумблерами SA2 — SA7, а состояние триггера DD1.2 не изменится. Очевидно, что при этом погаснут светодиоды HL12, HL16, HL4 и HL6 и включатся светодиоды HL13 и HL17, указывающие на появление оруженосцев 01 и 02 на правом берегу. Конфликтных ситуаций на левом и правом берегах нет, и светодиоды HL1 и HL2 не светят, так как низкий уровень присутствует хотя бы на одном из входов элементов DD6.1 — DD6.3, DD7.1 — DD7.3. На выходе элементов DD8.1 и DD8.2 формируется низкий уровень. После каждого рейса лодки на все входы элемента DD13 подается уровень логической 1, а низкий уровень с его выхода — на D-вход триггера DD1.2.

В сложившейся игровой ситуации на левый берег должен вернуться один из оруженосцев 01 или 02, поскольку переправить обратно пустую лодку нельзя. При переключении тумблера SA1 без изменения положения тумблеров SA2 — SA7 низкий уровень с выхода элемента DD13 перепишется на прямой выход

триггера DD1.2 и включится светодиод HL9 «Нарушение правил». В результате подачи высокого уровня с инверсного выхода триггера DD1.2 на нижний вход элемента DD5.4 разрешается работа звукового генератора на элементах DD3.3, DD3.4, DD8.3 и в динамической головке BA1 слышится тональный сигнал, оповещающий о нарушении правил. Игру придется начинать сначала. Для ознакомления с работой устройства индикации конфликтных ситуаций рассмотрим случай, когда при нахождении на правом берегу оруженосца 02 туда с левого берега переправится рыцарь P1. При этом создаются конфликтные ситуации на обоих берегах, поскольку на левом оруженосец 01 оказался без рыцаря P1 в обществе рыцарей P2 и P3, а на правом — оруженосец 02 без своего рыцаря P2 оказался в обществе рыцаря P1. Нетрудно видеть, что на выходе элементов DD4.3 и DD5.1 при этом появится высокий уровень, а на выходах элементов DD6.2 и DD7.2 — низкий. В результате будут светиться светодиоды HL1 и HL2, а в динамической головке BA1 будет слышен сигнал тревоги.

После каждого возникновения конфликтной ситуации или нарушения правил игру нужно начинать сначала (тумблеры SA1, SA2 — SA7 установить в положение, соответствующее нахождению пассажиров и лодки на левом берегу, и нажать на кнопку «Сброс»).

Игровой автомат можно усовершенствовать введением таймера, измеряющего время, затраченное играющим на выполнение задания, и счетчика с цифровым индикатором, индицирующего число рейсов, потребовавшихся для переправы всех пассажиров. Чем меньше рейсов и чем меньше время затрачено на «переправу», тем лучше логические способности игрока. Можно также предусмотреть индикатор «перегрузки» лодки в случае, когда число пассажиров в ней превышает 2. Попробуйте разработать эти усовершенствования самостоятельно.

В заключение приведем один из возможных вариантов переправы всех рыцарей и оруженосцев на противоположный берег без нарушения правил игры. Стрелками показано направление движения лодки.

Левый берег				Правый берег		
P1,	P2,	P3		.	.	.
01,	02,	03		.	.	.
P1,	P2,	P3		.	.	.
.	.	03	→	01,	0,2,	.
P1,	P2,	P3		.	.	.
01	.	03	←	.	02	.
P1,	P2,	P3		.	.	.
.	.	.	→	01,	02,	03
P1,	P2	P3		.	.	.
.	.	03	←	01,	02	.
.	.	P3		P1,	P2	.
.	.	03	→	01,	02,	.
P1	.	P3		.	P2	.
01	.	03	←	.	02	.
.	.	.		P1,	P2,	P3
01	.	03	→	.	02	.
.	.	.		P1,	P2,	P3
01,	02,	03	←	.	.	.
.	.	.		P1,	P2,	P3
.	.	03	→	01,	0,2,	.
.	.	P3		P1,	P2,	.
.	.	03	←	01,	02,	.
.	.	.		P1,	P2,	P3
.	.	.	→	01,	02,	03

Игровой автомат «Тезей и Минотавр»

Автомат представляет собой кибернетическое устройство, которое способно рефлексивно взаимодействовать со своим соперником — человеком и, благодаря сознательному противодействию последнего, улучшать свое «поведение». Идея этого автомата описана в [11]. В игре символически участвуют персонажи древнегреческого мифа: Тезей и Минотавр. Фабула игры заключается в следующем. В центре составленного из ромбов симметричного лабиринта (рис. 38) находится «путник» — по легенде его зовут Тезей. Ему необходимо пробраться из центра лабиринта к одному из выходов, обозначенных узлами 1 и 15. Однако в каждом узле лабиринта Тезея ждет вездесущий противник — чудовище Минотавр. Минотавр указывает Тезею куда ему идти, но эти указания могут быть верными или неверными. Тезею известно, что у одного из выходов лабиринта Минотавр хранит свои сокровища. Однако, у какого выхода спрятан клад, Минотавр скрывает и всячески старается запутать Тезея, чтобы он туда не попал. Сознавая это, Тезей либо следует указаниям Минотавра, либо не следует им, направляясь в сторону, противоположную указанной Минотавром. Вопрос в том, сумеет ли Тезей перехитрить Минотавра и попасть к нужному выходу из лабиринта. Роль Тезея выполняет автомат, за Минотавра «играет» человек.

Как же должен действовать Тезей, чтобы добиться успеха? Опыты психологов показывают, что Тезей должен вступить в так называемое рефлексивное взаимодействие с соперником (Минотавром). Так, например, Тезей может первыми ходами беспрекословно выполнять указания Минотавра, формируя у него впечатление «послушания», а затем изменить стратегию, использовав сформировавшееся у противника убеждение в своих интересах.

Рассмотрим один из вариантов, по которому могут развиваться события. Предположим, что Минотавр спрятал сокровища у выхода 15, а Тезей первоначально находился в узле 8. Минотавр указывает на узел 6, и Тезей, согла-

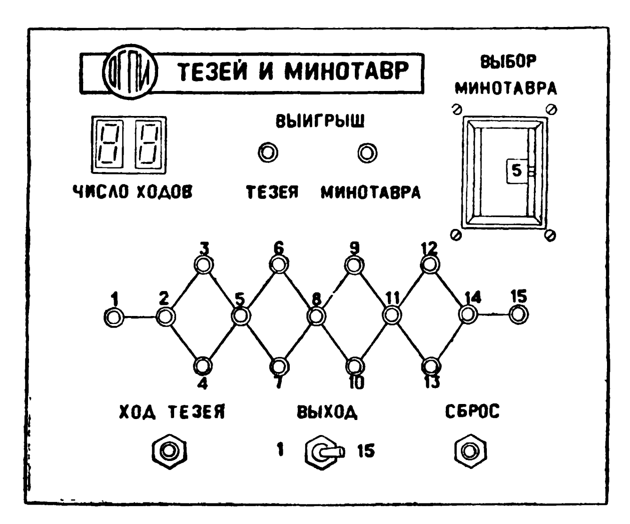


Рис. 38. Передняя панель игрового автомата «Тезей и Минотавр»

сившись с ним, переходит в узел 6. Далее Минотавр указывает на узел 5, и Тезей, создавая впечатление послушания, переходит в узел 5. Минотавр продолжает уводить Тезея в другой конец лабиринта и указывает на узел 4, но Тезей не выполняет указания и переходит в противоположный узел 6. Минотавр все еще верит, что Тезей подчиняется его воле и направляет его в узел 5. Однако Тезей опять не подчиняется и переходит в узел 8. Два случая непослушания убеждают Минотавра изменить тактику и указать на узел 9. Однако меняет тактику и Тезей, он послушно переходит в узел 9. Минотавр помнит, что ранее Тезей «слушался» два хода подряд, и поэтому предлагает ему перейти в узел 8, но Тезей учел хитрость Минотавра и пошел в противоположную сторону в узел 11. Минотавр запутался. Он считает, что Тезей снова воспротивится его предложениям, и поэтому указывает на узел 12. Однако Тезей подчиняется и переходит в узел 12. Полагая, что теперь-то уж Тезей не послушается, Минотавр предлагает ему занять узел 14, но Тезей учитывает это и снова подчиняется — переходит в узел 14. В панике Минотавр пытается увести Тезея снова в лабиринт и указывает на узел 13, однако Тезей не слушает его и выбирает противоположный узел 15. Он победил и отыскал путь к его сокровищам.

В данном варианте взаимодействия Тезея с Минотавром потребовалось всего девять ходов, и Тезей нашел нужный выход из лабиринта. Пользуясь теорией вероятности, можно показать, что если бы Тезей в каждом узле определял направление своего движения наугад, то для выхода из лабиринта ему потребовалось в среднем 20 ходов, при этом он нашел бы, возможно, и не тот выход, который ему нужен [11]. Следовательно, налицо оптимизация действия Тезея.

Функциональная схема автомата представлена на рис. 39 [41]. В узлах лабиринта установлены светодиоды HL1 — HL15. Во время игры включенный светодиод указывает местоположение Тезея. На боковой панели автомата размещена закрытая крышкой плата ввода программы с установленным на ней

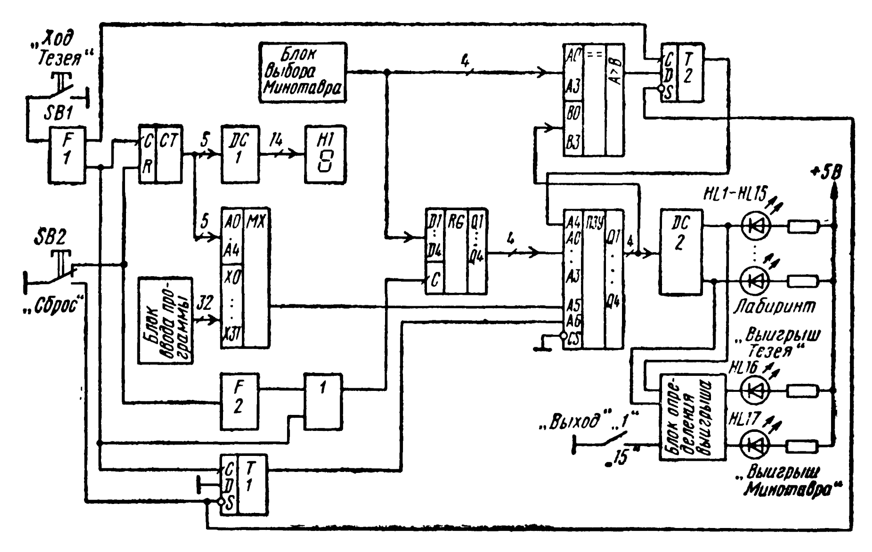


Рис. 39. Функциональная схема игрового автомата «Тезей и Минотавр»

разъемом с 32 парами контактов. Замкнутая пара контактов означает, что автомат (Тезей) не верит Минотавру, а разомкнутый — что верит. Номер пары контактов соответствует номеру хода Тезея, подсчитываемому пятиразрядным двоичным счетчиком СТ. Двоичный код на выходе счетчика преобразуется в семисегментный дешифратором DC1, число ходов Тезея отображает индикатор Н1.

Для формирования сигнала о стратегии Тезея при каждом его ходе (согласен он или не согласен с предложением Минотавра) использован одноканальный мультиплексор MX. Выбор пары контактов разъема ввода программы, информация с которой считывается мультиплексором MX, обеспечивается пятиразрядным двоичным кодом с выхода счетчика ходов Тезея На выходе мультиплексора формируется низкий уровень, если Тезей не согласен с предложением Минотавра (соответствующая пара контактов разъема замкнута), и высокий уровень, если согласен.

Выбор Минотавра задает блок выбора Минотавра. На выходе этого блока формируется двоичный код узла лабиринта, выбираемого Минотавром. Код узла лабиринта, в который переходит Тезей, формирует ПЗУ. Дешифратор DC2 преобразует двоичный код с выхода ПЗУ в позиционный. В результате после каждого нажатия на кнопку «Ход Тезея» индицируется узел лабиринта, в который перешел Тезей.

Адрес на входах ПЗУ определяется кодом узла лабиринта, в котором находился Тезей до очередного хода (входы А0—А3), результатом сравнения кода узла, предложенного очередным ходом Минотавра, с кодом узла, в котором находился Тезей (вход А4), и стратегией Тезея, заданной программой (вход А5). Вход А6 ПЗУ используется для первоначальной установки Тезея в узел 8 лабиринта.

Сравнение кодов узлов, в котором находился Тезей и который предлагает Минотавр, сбеспечивает узел сравнения. Блок определения выигрыша выявляет победителя в результате сравнения положения переключателя «Выход» с состояниями крайних узлов (HL1, HL15) лабиринта.

Принципиальная схема игрового автомата изображена на рис. 40, а, б. Автомат содержит формирователи импульсов (DD3.1, DD6.2 и DD5.1, DD6 1), счетчик ходов Тезея (DD3 2, DD4), дешифраторы (DD1, DD2 и DD12), индикатор числа ходов Тезея (HG1, HG2), светодиодный лабиринт (HL1 — HL15), индикаторы выигрыша Тезея (HL16) и Минотавра (HL17), 32-входовый мультиплексор (DD8, DD9, DD7.1, DD7.2), регистр (DD11), узел сравнения (DD13), постоянное запоминающее устройство (DD10), блок определения выигрыша (DD14, DD7.4). Кроме того, имеется триггер DD16.1, обеспечивающий начальную установку Тезея в узел 8 лабиринта, триггеры DD15.1 и DD15.2, запоминающие результат сравнения кодов узла, где находился Тезей, и узла, предложенного Минотавром при очередном ходе, триггер DD16 2, запоминающий уровень сигнала с выхода мультиплексора

До начала игры оператор, обслуживающий автомат, набирает программу действий Тезея, замыкая или оставляя разомкнутыми 32 пары контактов разъема X1. Переключателем SA2 выбирают тот или иной выход из лабиринта. Переключатель SA1 устанавливают в положение 8. Затем нажимают на кнопку SB2 «Сброс», при этом обнуляется счетчик DD3.2, DD4, индикаторы HG1, HG2 высвечивают нулевые показания, триггеры DD15.2, DD16.1 и DD16 2 устанавливаются в состояние 1, а триггер DD5.1 — в состояние 0. Светодиоды HL16

и HL17 гаснут. При отпускании кнопки SB2 триггер DD5.1 переключается в состояние 1, положительный перепад с выхода этого триггера запускает формирователь DD6.1, на выходе которого формируется короткий импульс низкого уровня. В регистр DD11 записывается код 1000, а на вход ПЗУ DD10 подается код 1111000, при котором на его выходе в соответствии с предварительным программированием формируется код 1000, и в результате включается светодиод узла 8 лабиринта.

Начинается игра. Минотавр делает свой выбор установкой переключателя SA1 в одно из положений: 6, 7, 9 или 10. Двоичный код набранного числа поступает на входы B1—B4 узла сравнения DD13, и на его выходе формируется низкий (если набраны числа 9 или 10) или высокий уровни (если набраны числа 6 или 7). Так как на выходе счетчика DD3.2, DD4 нулевой код, то «опрашивается» вход 0 мультиплексора DD8, и в зависимости от того, соединен ли он через контакты разъема X1 с общим проводом или на него подан высокий уровень, на выходе 10 DD8 формируется высокий уровень (Тезей не согласен с предложением Минотавра) или низкий (Тезей согласен с предложением Минотавра). Соответственно на вход V мультиплексора DD9 подан высокий уровень, а на его выходе формируется уровень логической 1. Поэтому в случае согласия Тезея с Минотавром на выходе элемента DD7.2 формируется высокий, а при несогласии — низкий уровень. После каждого выбора Минотавра следует нажать на кнопку «Ход Тезея» SB1. При нажатии на кнопку SB1 триггер DD3.1 переключается в единичное состояние. В момент положительного перепада напряжения на C-входе триггера DD15.1 в него переписывается информация с выхода узла сравнения DD13. После отпускания кнопки SB1 в момент положительного перепада с инверсного выхода триггера DD3.1 в триггер DD16.2 записывается информация с выхода элемента DD7.2 о «стратегии» Тезея, а триггер DD16.1 устанавливается в нулевое состояние и в дальнейшем не меняет своего состояния до нажатия на кнопку SB2 «Сброс». В триггер DD15.2 записывается информация с выхода триггера DD15.1. Кроме того, в регистр DD11 записывается двоичный код номера узла, предложенного Минотавром первым ходом, триггер DD3.2 переключается в единичное состояние, и на индикаторе единиц HG1 высвечивается «1». Код на адресных входах мультиплексоров DD8, DD9 становится равным 00001. В результате изменяется код на адресных входах ПЗУ DD10. Таблица 12 программирования этого ПЗУ имеет вид

Таблица 12

Адрес	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00	X	X	X	1	1	2	4	3	A	7	6	8	A	9	B	D
10	X	3	5	7	6	8	A	9	B	D	C	E	F	F	X	X
20	X	X	X	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
30	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	X	X

Остальные 8, X — любые

Нетрудно видеть, что если Тезей согласен с Минотавром (вход 0 мультиплексора через контакты разъема X1 не соединен с общим проводом), то Тезей после отпускания кнопки SB1 переходит в узел (6, 7, 9 или 10), предложенный

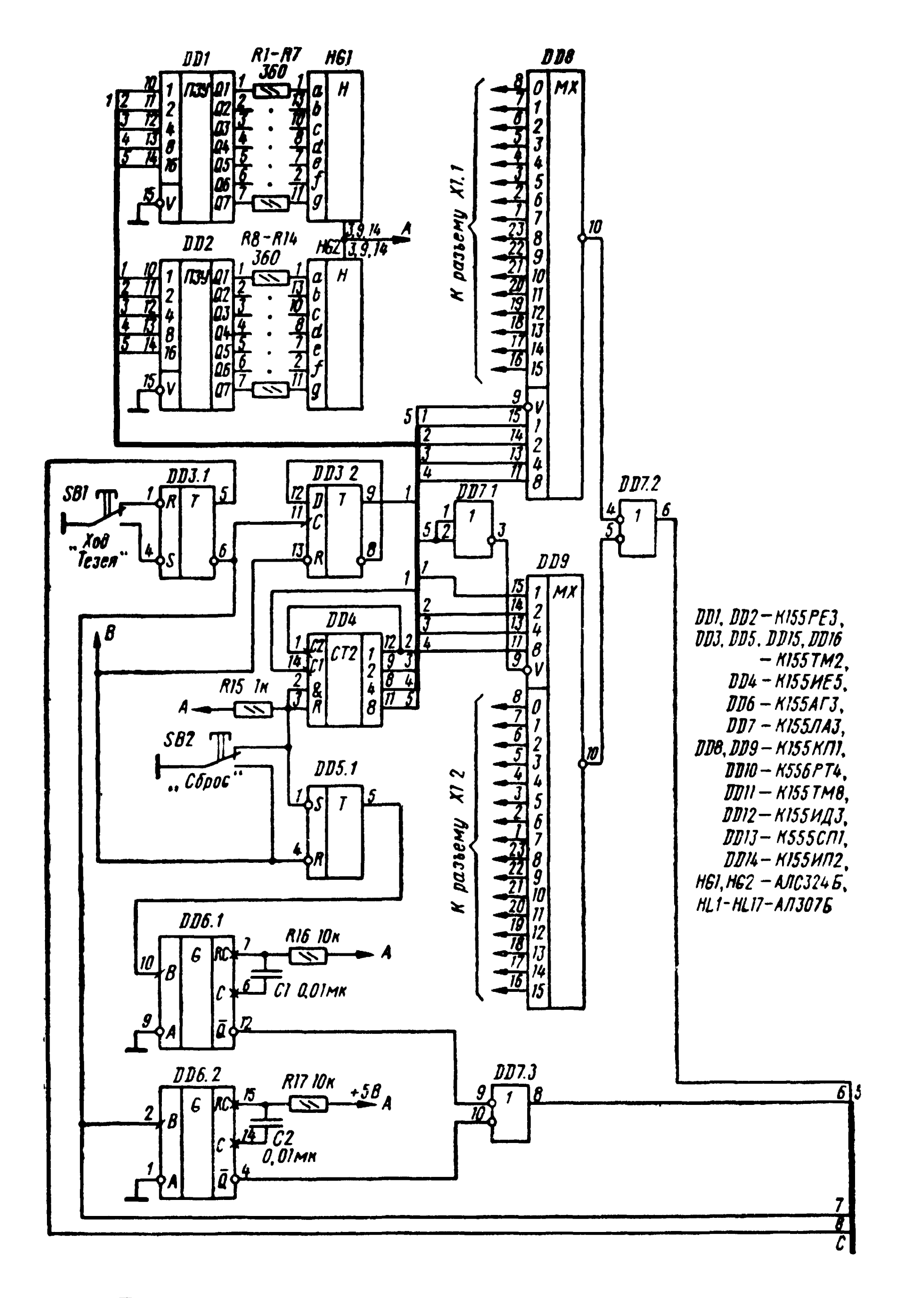
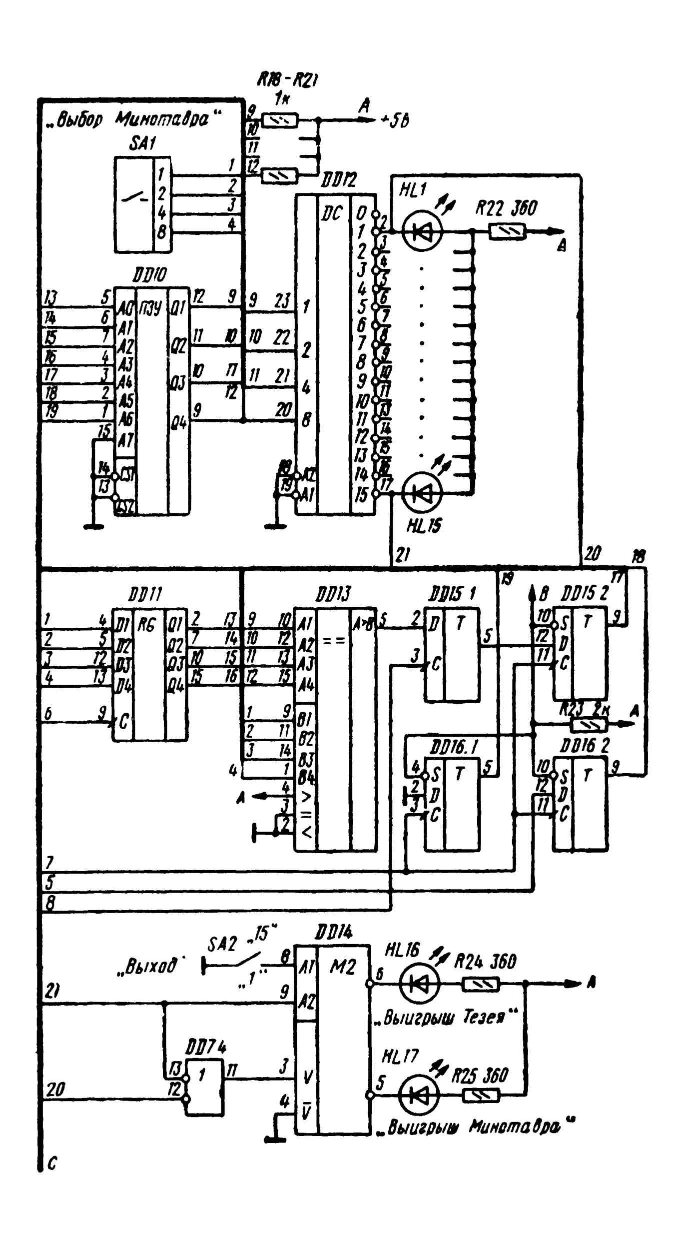


Рис. 40. Принципиальная схема игрового автомата «Тезей и Минотавр»


„Выбор Минотавра"
SA1
R18-R21
1к
+5В
DD12
DC
HL1
R22 360
DD10
ПЗУ
HL15
DD11
RG
DD13
DD15.1
DD15.2
DD16.1
DD16.2
R23 2к
SA2
„15"
„1"
„Выход"
DD14
M2
HL16
R24 360
„Выигрыш Тезея"
HL17
R25 360
„Выигрыш Минотавра"
DD7.4

Минотавром. Если же Тезей не согласен с Минотавром, которым предложен узел 6, то Тезей переходит в узел 10, если предложен узел 7 — в 9, если 9 — в 7, а если 10 — в 6. Переход Тезея в новый узел сопровождается включением соответствующего светодиода. При последующих ходах Тезея описанные выше операции повторяются. После 16-го хода код на выходе счетчика ходов Тезея DD3.2, DD4 становится равным 10 000 и информация о стратегии Тезея снимается с мультиплексора DD9.

Игра заканчивается, когда Тезей оказывается в узлах 1 или 15. Блок определения выигрыша выявляет победителя следующим образом. Пока на входы элемента DD7.4 подаются высокие уровни, а на входы V и $\overline{V}$ схемы контроля четности DD14 — низкие, на обоих выходах этой микросхемы формируется высокий уровень и светодиоды HL16 и HL17 выключены. Если в начале игры выходом из лабиринта выбран узел 1 (контакты тумблера SA2 замкнуты), то при свечении светодиода HL1 (низкий уровень на выходе 1 дешифратора DD12) низкий уровень появится на выводе 6 микросхемы DD14 и включится светодиод HL16, свидетельствующий о победе Тезея. Если же включится светодиод HL15 (низкий уровень на выходе 15 дешифратора DD12), то будет светиться светодиод HL17 («Выигрыш Минотавра»). Аналогично обеспечивается индикация выигрыша Тезея и Минотавра, если в качестве выхода из лабиринта выбран узел 15.

Следует отметить, что в этой игре фактически идет соревнование не между человеком (Минотавром) и автоматом (Тезеем), а между двумя людьми: играющим и составителем программы игры автомата. Наилучшей следует признать программу, которая чаще обеспечивает победу Тезея за возможно меньшее число ходов. Сравнив результаты игры Тезея по нескольким программам со многими участниками, выступающими в роли Минотавра, можно выявить лучшую программу.

Игровой автомат можно несколько упростить, исключив предварительное программирование стратегии Тезея. При этом исключаются элементы DD7.1, DD7.2 и мультиплексоры DD8, DD9, а на пульте Тезея вводится тумблер с двумя положениями «Верю» — «Не верю». Тогда перед каждым очередным предложением Минотавра Тезей ставит этот тумблер в соответствующее положе-

Таблица 13

Адрес	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	F9	F9	F9	F9	F9	F9	F9
10	F9	F9	F9	F9	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	B0	B0

Таблица 14

Адрес	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00	C0	F9	A4	B0	99	92	82	F8	80	90	C0	F9	A4	B0	99	92
10	82	F8	80	90	C0	F9	A4	B0	99	92	82	F8	80	90	C0	F9

ние (естественно, неизвестное противнику). Однако регистрация разработанной рефлексирующей программы при этом затруднена.

В заключение приведем таблицы программирования ПЗУ DD1 (табл. 13) и DD2 (табл. 14).

Вечные календари

«Вечный календарь-1». С помощью этого кибернетического устройства можно по дате определить день недели. По функциональным возможностям оно существенно превосходит известные аналоги [18], так как в нем расширен временно́й диапазон отгадываемых дат (от 0 до 2300 года), предусмотрена возможность определения дня недели как по старому, так и по новому стилю летосчисления, обеспечена индикация ошибочного набора даты (например, 30, 31 февраля, 31 апреля и т. д.). При ошибочном наборе даты индикация дня недели не производится.

Алгоритм работы автомата определяется табл. 15 и может быть выражен формулой

$$\frac{[8+(A+1)+(B-C)]}{\overset{\downarrow}{(M}+D)\longrightarrow N},$$

где A — номер столбца годов внутри столетия (от 1 до 7), B — номер строк месяцев (от 0 до 6), C — номер строк столетий (от 0 до 6), D — номер строк дней месяца (от 0 до 6).

Стрелки здесь означают анализ результата и логическое преобразование суммы в квадратных скобках в число M, а суммы в круглых скобках — в число N. Сначала анализируется сумма Σ' в квадратных скобках, при этом:

если $\Sigma'=0+m$, где $m=4...8$, то $M=m-1$,
если $\Sigma'=8+n$, где $n=1...7$, то $M=n$,
если же $\Sigma'=16+k$, где $k\geqslant 0$, то $M=k+1$.

Затем анализируется сумма $(M+D)=\Sigma''$.

Если $\Sigma''=0+l$, где $l=1...7$, то $N=l$,
а если $\Sigma''=8+f$, где $f\geqslant 0$, то $N=f+1$.

Чтобы по табл. 15 определить день недели, следует отыскать среди столетий строку, содержащую первые две цифры нужного года, а в верхней части таблицы — столбец с последними двумя цифрами года, затем найти букву на пересечении строки и столбца; в средней части таблицы справа найти нужный месяц и в этой строке отыскать необходимую букву; проследить от этой буквы вертикально вниз. Расположенный под нею столбец дней недели на пересечении со строкой, в которой находится заданное число месяца, даст сведения о нужном дне недели.

Функциональная схема «Вечного календаря» изображена на рис. 41 [39, 40], чертеж передней панели устройства — на рис. 42. На передней панели смонтированы четыре наборных поля, представляющие собой гнездовые колодки разъемом ГРПМ-3 и служащие для набора даты. Дату набирают замыканием контакта соответствующего наборного поля с общим проводом гибким проводником. Эту операцию выполняют при выключенном переключателе «Ответ».

Таблица 15

A — Годы внутри столетия

1	2	3	4	5	6	7
00	01	02	03		**04**	05
06	07		**08**	09	10	11
	12	13	14	15		**16**
17	18	19		**20**	21	22
23		**24**	25	26	27	
28	29	30	31		**32**	33
34	35		**36**	37	38	39
	40	41	42	43		**44**
45	46	47		**48**	49	50
51		**52**	53	54	55	
56	57	58	59		**60**	61
62	63		**64**	65	66	67
	68	69	70	71		**72**
73	74	75		**76**	77	78
79		**80**	81	82	83	
84	85	86	87		**88**	89
90	91		**92**	93	94	95
	96	97	98	99		

C — Столетия

C	Старый стиль				Новый стиль		1	2	3	4	5	6	7	B	Месяцы
1		04	11	18	15	19	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	0	$I_{п}$, X
2		05	12	19	16	20	Ж	А	Б	В	Г	Д	Е	1	V
3		06	13				Е	Ж	А	Б	В	Г	Д	2	$II_{в}$, VIII
4	00	07	14		17	21	Д	Е	Ж	А	Б	В	Г	3	$II_{п}$, III, XI
5	01	08	15				Г	Д	Е	Ж	А	Б	В	4	VI
6	02	09	16		18	22	В	Г	Д	Е	Ж	А	Б	5	IX, XII
7	03	10	17				Б	В	Г	Д	Е	Ж	А	6	$I_{в}$, IV, VII

D

D	Числа месяца					Дни недели						
0	1	8	15	22	29	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
1	2	9	16	23	30	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс	Пн
2	3	10	17	24	31	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс	Пн	Вт
3	4	11	18	25		Чт	Пт	Сб	Вс	Пн	Вт	Ср
4	5	12	19	26		Пт	Сб	Вс	Пн	Вт	Ср	Чт
5	6	13	20	27		Сб	Вс	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт
6	7	14	21	28		Вс	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб

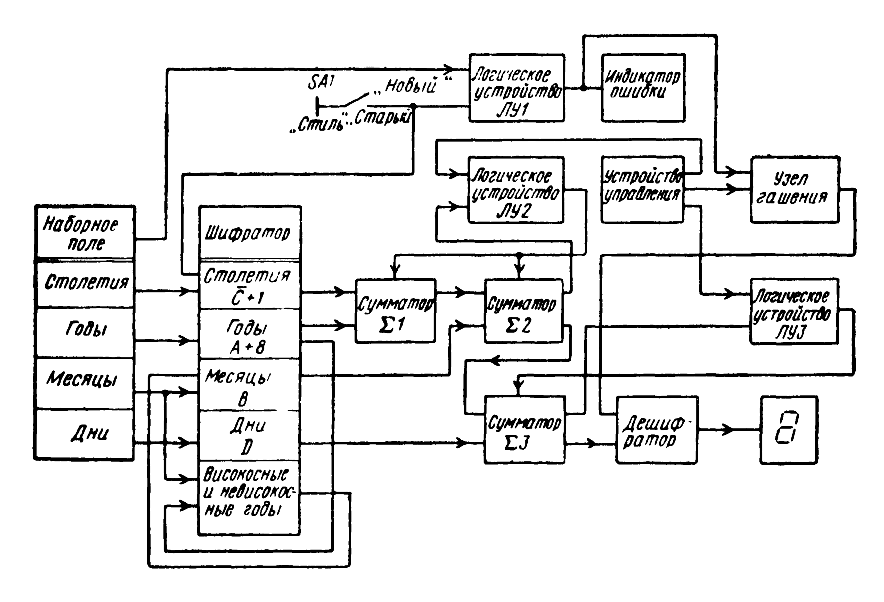


Рис. 41. Функциональная схема устройства «Вечный календарь-1»

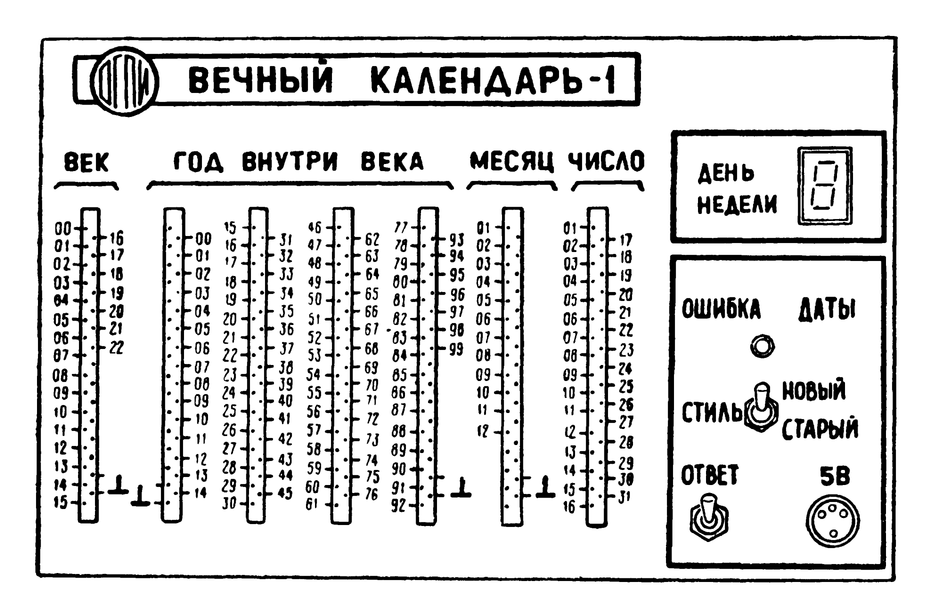


Рис. 42. Передняя панель устройства «Вечный календарь-1»

Стиль летосчисления выбирают переключением тумблера «Стиль». Контакты наборных полей, для которых дни недели совпадают, соединены между собой и подключены ко входам соответствующих шифраторов, формирующих коды годов (А+8), месяцев В, дней месяца D и дополнительный код столетий ($\overline{C}$+1). При этом в шифраторе столетий предусмотрено изменение выходного кода в соответствии с выбранным стилем летосчисления. Устройство содержит также шифратор високосного и невисокосного годов, код с выхода которого подается на вход шифратора месяцев В, изменяя коды января и февраля, поскольку в табл. 15 строки, соответствующие январю и февралю високосных и невисокосных годов, различны. На выходе сумматора Σ_1 формируется код разности чисел (А+9)−С. Сумматор Σ_2 находит сумму этой разности и числа В. Логическое устройство ЛУ2 анализирует сумму чисел в квадратных скобках указанного выше алгоритма вычисления дня недели. Оно работает таким образом, что первоначально (до анализа) на вход переноса Р0 сумматора Σ_1 подается высокий, а на вход Р0 сумматора Σ_2 — низкий уровень. Если в результате анализа к числу k надо добавить 1, то высокий уровень подается на вход Р0 сумматора Σ_2. Если же в результате анализа из числа m надо отнять 1, то вместо высокого уровня на вход Р0 сумматора E_1 подается низкий уровень. Логическим устройством ЛУ3 до анализа суммы (M+D) на вход Р0 сумматора Σ_3 подается низкий уровень. Если в результате анализа к числу f надо добавить 1, то вместо низкого уровня на вход Р0 сумматора Σ_3 подается высокий уровень. Двоичный код с выхода сумматора Σ_3 дешифратор преобразует в семисегментный, день недели индицируется на цифровом индикаторе, при этом 1 соответствует понедельнику, а 7 — воскресенью, промежуточные цифры — соответствующим дням недели в порядке возрастания.

Устройство управления последовательно формирует импульсы на каждом из трех выходов, определяя порядок анализа промежуточных результатов и суммирования кодов чисел в соответствии с приведенной выше формулой, а также индикацию конечного результата.

Логическое устройство ЛУ1 выполняет анализ правильности набора даты. Набор считается ошибочным, если набраны 29...31 февраля невисокосного года, или 30, 31 февраля високосного года, или 31 апреля, 31 июня, 31 сентября, 31 ноября любого из годов, или 00...14 столетия по новому стилю летосчисления, или, наконец, 20...22 столетия по старому стилю. В этом случае на выходе этого логического устройства формируется уровень, обеспечивающий индикацию ошибочного набора даты и гашение цифрового индикатора дня недели.

Принципиальная схема устройства изображена на рис. 43, а, б. Шифратор годов внутри столетия реализован на элементах DD1.1 — DD1.4, DD2.1 — DD2.3, DD7.1, DD7.2, DD8.1. Шифратор високосного и невисокосного годов содержит элементы DD3, DD9.1 — DD9.4, а шифратор месяцев — элементы DD4.1, DD4.2, DD5.1 — DD5.4, DD6.3, DD6.4, DD12.1 — DD12.3. Дополнительный код $\overline{C}$+1 столетий формируется элементами DD11.1 — DD11.3, ПЗУ DD13 и DD19, а код дней месяца D-элементами DD6.1, DD6.2, DD10.1 — DD10.3.

Логическое устройство ЛУ1 реализовано на элементах DD14 1, DD14.2, DD4.3, DD4.4, DD15, DD16, DD17.1, DD17,2, DD2.4, DD8.2, DD18 1. Светодиод HL1 индицирует ошибку набора даты, на элементах DD18.2 и DD11.4 выполнен узел гашения индикатора. В состав арифметико-логического устройства входят сумматоры Σ_1, Σ_2, Σ_3 (DD20, DD21, DD22), логические устройства ЛУ2 (элементы DD24.1, DD24.2, DD14.3, триггеры DD25.2, DD28.1) и ЛУ3 (триггер

DD25.1), устройство управления (в него входят тактовый генератор на элементах DD26.1 — DD26.4, регистр DD27).

Как уже отмечалось, набор даты обеспечивается замыканием соответствующих контактов наборных полей с общим проводом и установкой в соответствующее положение переключателя SA1 «Стиль». На выходах шифраторов формируются коды чисел A, B, $\overline{C}+1$, D, которые подаются на входы сумматоров и ЛУ1. Схемы шифраторов чисел A, B, D — традиционны [18]. Для минимизации аппаратурных затрат шифратор столетий реализован с использованием логических элементов и ПЗУ. Входы логических элементов DD11.1 — DD11.3 подключены к контактам наборного поля столетий, соответствующим только старому или только новому стилю, для которых значения выходных кодов совпадают. В результате десятиразрядный код логические элементы DD11.1 — DD11.3 и ПЗУ DD13 преобразуют в трехразрядный в соответствии с табл. 16.

Таблица 16

Адрес 16-ричный	3F	5F	6F	77	7B	7D	7E	7F	Остальные
Выходной код	F	E	D	C	B	A	9	8	0

На входы ПЗУ DD19 подают девятиразрядный двоичный код. Таблица 17 программирования этого ПЗУ имеет вид

Таблица 17

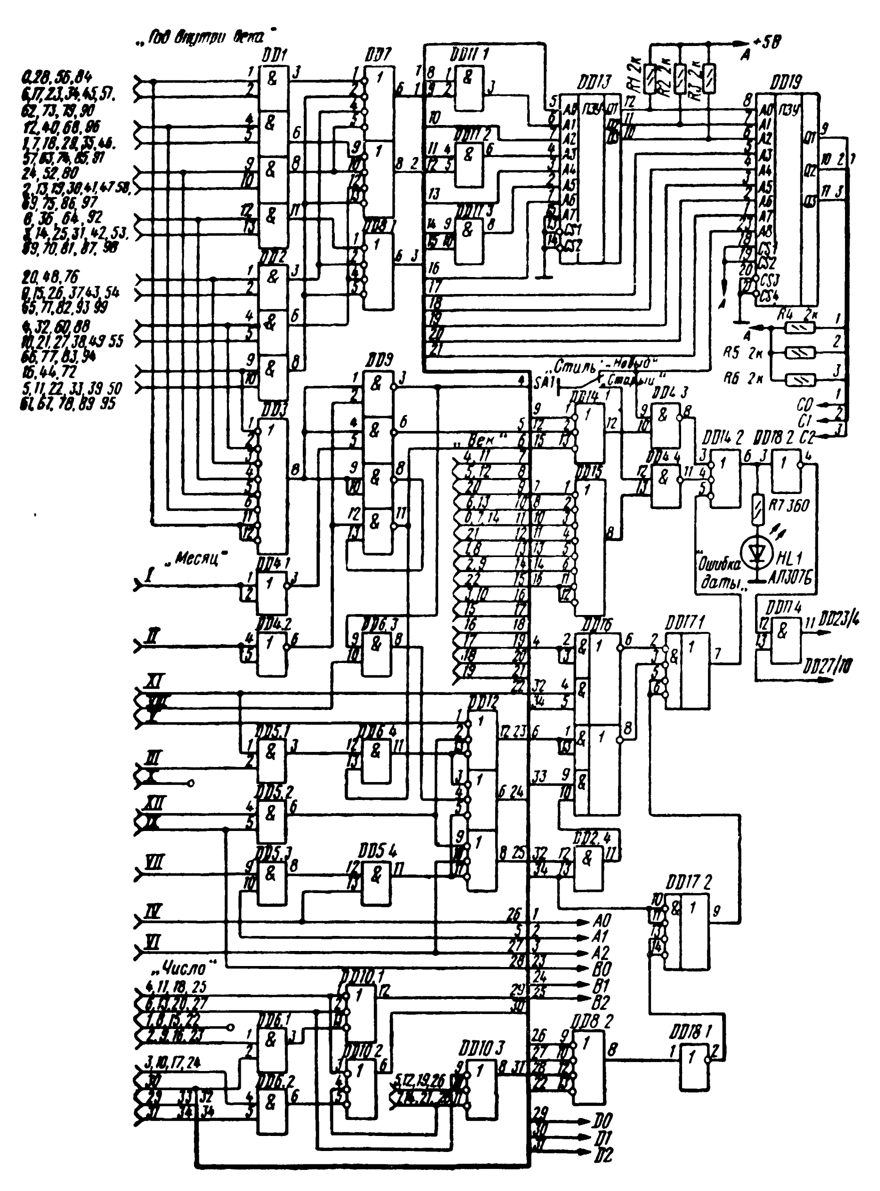
Адрес 16-ричный	078	0B8	0D8	0E8	0F0	0FA	0FC	0FE	178	1B8
Выходной код	FF	FA	FC	FE	FF	FE	FC	FA	FE	FF

Окончание табл. 17

Адрес 16-ричный	1D8	1F8	1F0	1F9	1FA	1FB	1FC	1FD	1FE	1FF	Остальные
Выходной код	F9	FA	FB	FF	FE	FD	FC	FB	FA	F9	F8

Рассмотрим работу логического устройства ЛУ1. Индикация ошибочного набора даты светодиодом HL1 и гашение индикатора дня недели HG1 обеспечиваются при высоком уровне на выходе элемента DD14.2. Это состояние соответствует подаче уровня лог. 0 на любой из входов элемента DD14.2.

Если на наборном поле столетий с общим проводом соединен любой из контактов «20», «21», «22», а переключатель SA1 «Стиль» стоит в нижнем положении («Старый стиль»), то уровень логического 0 подается на верхний по схеме вход элемента DD14.2. Если набрано любое из столетий от «00» до «14», а переключатель SA1 стоит в положении «Новый стиль», то низкий уровень подается на средний вход элемента DD14.2. Когда на наборном поле месяцев



набран февраль, а на наборном поле годов любой високосный год, то низкий уровень формируется элементом DD9.1. Если теперь набрать числа месяца «30» или «31», то в результате уровень логической 1 формируется на выходе элемента DD16.1 и низкий уровень поступает на нижний вход элемента DD14.2.

Если при наборе февраля набран невисокосный год, то в результате подачи высокого уровня на входы элемента DD9.4 на его выходе формируется низкий уровень. При наборе любого числа «29», «30» или «31» — на выходе элемента DD16.2 появится высокий уровень, а уровень логического 0 подается на ниж-

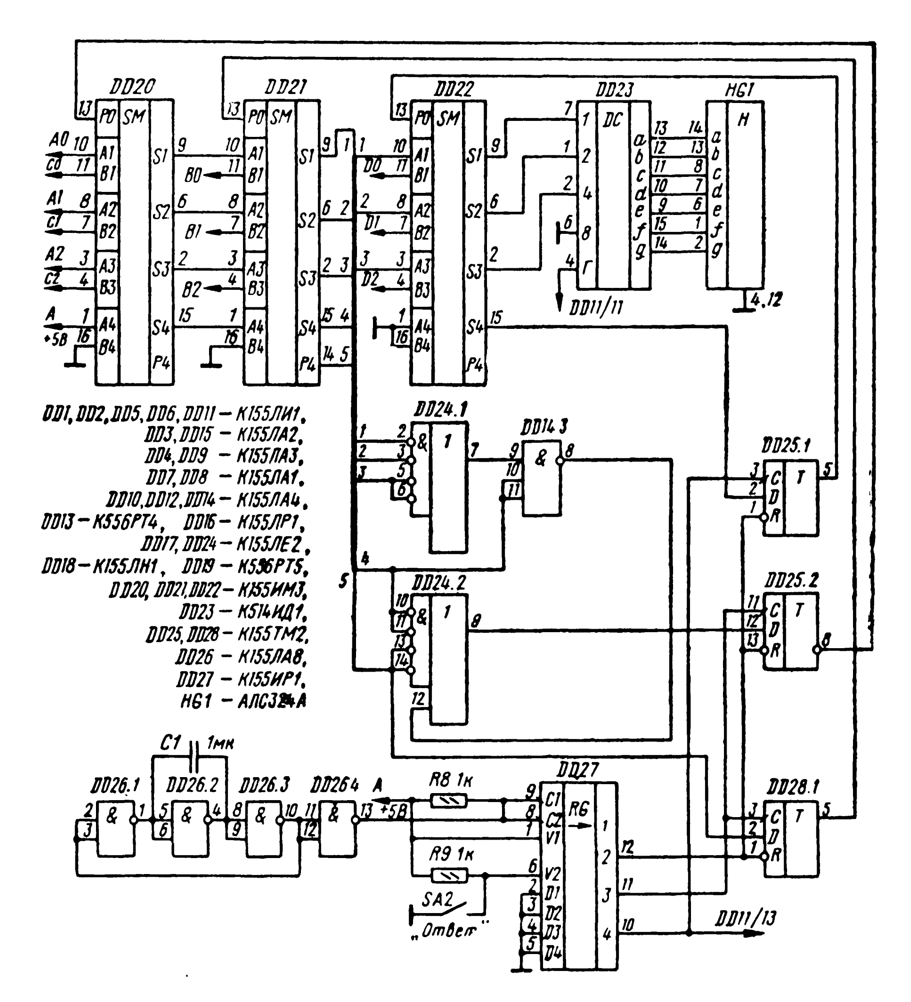


Рис. 43. Принципиальная схема устройства «Вечный календарь-1»

ний вход элемента DD14.2. При наборе дат 31.04, 31.06, 31.09, 31.11 низкий уровень подается на все входы элемента DD17.2. В результате на нижний вход элемента DD14.2 вновь подается низкий уровень.

Во всех рассмотренных случаях обеспечивается индикация ошибочного набора даты, а на выходе элемента DD11.4 появляется низкий уровень, гасящий индикатор дня недели HG1.

При правильном наборе даты на все входы элемента DD14.2 подается уровень логической 1, на его выходе формируется низкий уровень, а на верхнем входе элемента DD11.4 узла гашения — высокий. Светодиод HL1 выключен, а после замыкания тумблера «Ответ» индикатор HG1 индицирует день недели.

Арифметико-логическое устройство выполнено по схеме, описанной в [18]. Включение «Вечного календаря» производят при разомкнутом тумблере «Ответ». Регистр DD27 при этом работает в режиме параллельной записи информации

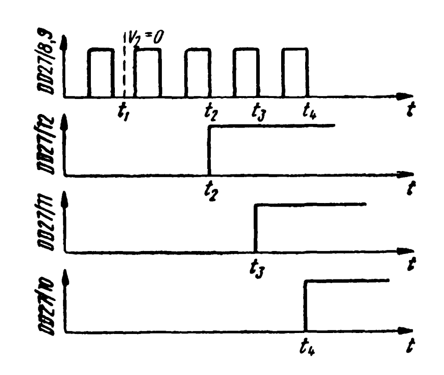


Рис. 44. Диаграммы напряжений на выходах регистра

со входов D1—D4. Поэтому на всех его выходах формируется низкий уровень, триггеры DD25.1, DD25.2, DD28.1 устанавливаются в состояние 0, а индикатор HG1 гаснет. В результате на вход P0 сумматора DD20 подается высокий, а на вход P0 сумматоров DD21, DD22 — низкий уровень. После набора даты двоичные коды чисел A, B, D и дополнительный код числа C подаются на соответствующие входы сумматоров DD20 — DD22.

Сумматор DD20 обеспечивает нахождение разности числа [(A+8)+1] и числа C. Подачей дополнительного кода числа C операция вычитания заменена операцией сложения. Сумматор DD21 находит сумму указанной разности и числа B. На входы сумматора DD22 подается код с выхода сумматора DD21 и код числа D. После замыкания контактов тумблера «Ответ» регистр DD27 переходит в режим последовательной записи со входа V1 по тактам, подаваемым на вход C1. В результате диаграммы напряжений на выходах регистра имеют вид, изображенный на рис. 44. После прихода второго импульса тактового генератора в момент t_2 на выходе 2 регистра DD27 устанавливается высокий уровень, поступающий на R-входы триггеров DD25.1, DD25.2, DD28.1. Информация на выходах триггеров при этом не меняется. На D-входе триггера DD25.2 будет низкий уровень при высоком уровне хотя бы на одном выходе S1 — S3 сумматора DD21. На информационный вход триггера DD28.1 подан сигнал с выхода P4 сумматора DD21. В момент t_3 на входы синхронизации триггеров DD25.2 и DD28.1 поступает положительный перепад напряжения и происходит запись информации с D-входов в каждый из этих триггеров. В результате автомат реализует вычисление числа M.

После суммирования чисел M+D сигнал с выхода S4 сумматора DD22 подается на D-вход триггера DD25.1. В момент t_4 на вход синхронизации этого триггера поступает положительный перепад напряжения и осуществляется запись информации с D-входа. Если $S4_{DD22}=1$, то $P0_{DD22}=1$.

Результат суммирования с выходов S1—S3 сумматора DD22 подается на вход дешифратора DD23, преобразующего двоичный код в семисегментный. Одновременно на нижнем входе элемента DD11.4 появляется высокий уровень, и в случае правильного набора даты на вход Г дешифратора подается высокий уровень, обеспечивающий индикацию результата.

«Вечный календарь-2». Рассмотренное выше устройство обладает несколькими недостатками: значительными аппаратурными затратами, недостаточной наглядностью набора даты. Удобнее и нагляднее набирать дату переключателями типа ПП10МВ, они обеспечивают индикацию набираемой даты. Изменив алгоритм определения дня недели и соответственно элементную базу, можно снизить аппаратурные затраты.

Передняя панель автомата «Вечный календарь-2» изображена на рис. 45, его функциональная схема — на рис. 46 [46]. Упрощение схемы достигается в первую очередь модернизацией алгоритма вычисления дня недели.

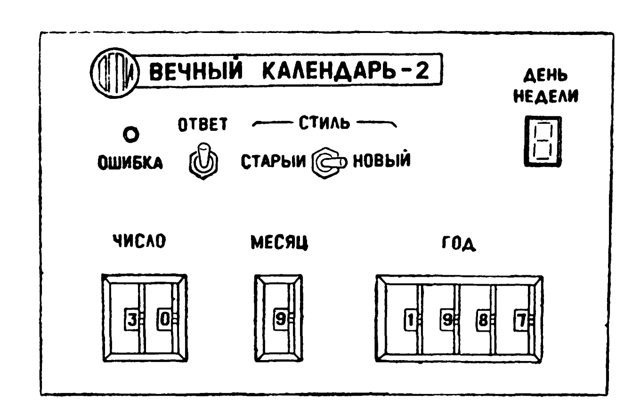


Рис. 45. Передняя панель устройства «Вечный календарь-2»

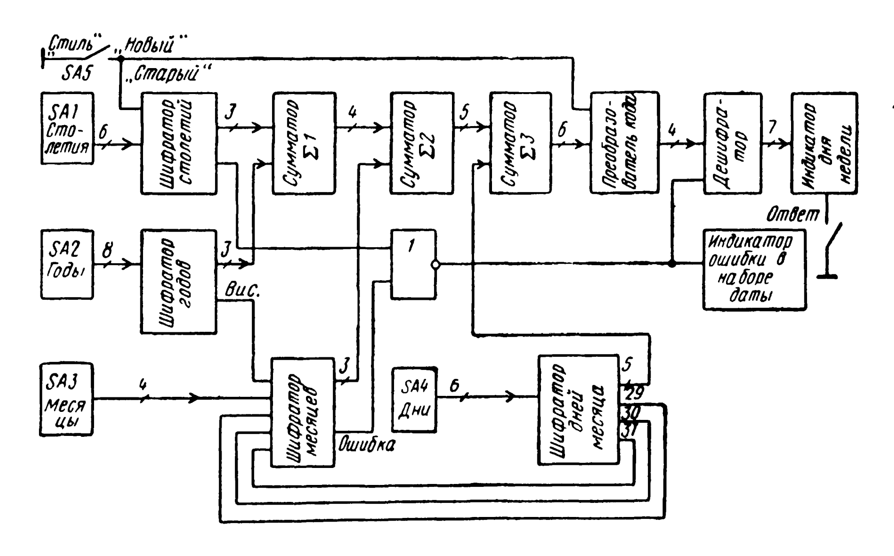


Рис. 46. Функциональная схема устройства «Вечный календарь-2»

Если обозначить столетия — C, годы внутри столетия — A, месяцы — B, числа месяца — D и выполнить вычисления

$$\frac{A + B + C + D}{7} = N\ (M),$$

то по остатку M можно определить день недели в соответствии с табл. 18.

Кодировка чисел A, B, C отображена в табл. 19.

Индикация дней недели обеспечивается таким образом: 1 — понедельник, 2 — вторник, ..., 6 — суббота, 7 — воскресенье.

Устройство работает следующим образом. После включения автомата переключателями SA1, SA2, SA3 и SA4 набирают дату, а переключателем SA5 «Стиль» — стиль летосчисления. Переключатели SA1, SA2, SA4 формируют дво-

Таблица 18

Число M	Стиль летосчисления	День недели	Десятичный код	Двоичный код
0	Новый	Воскресенье	7	0111
0	Старый	Суббота	6	0110
1	Новый	Понедельник	1	0001
1	Старый	Воскресенье	7	0111
2	Новый	Вторник	2	0010
2	Старый	Понедельник	1	0001
3	Новый	Среда	3	0011
3	Старый	Вторник	2	0010
4	Новый	Четверг	4	0100
4	Старый	Среда	3	0011
5	Новый	Пятница	5	0101
5	Старый	Четверг	4	0100
6	Новый	Суббота	6	0110
6	Старый	Пятница	5	0101

Таблица 19

Столетия	Число С	Месяцы	Число В	Годы внутри столетия	Число А
5, 12, 19, 26	0	Январь (год простой), Октябрь	0	00, 06, 17, 23, 28, 34, 45, 51, 56, 62, 73, 79, 84, 90	0
4, 11, 18, 25	1	Май	1	01, 07, 12, 18, 29, 35, 40, 46, 57, 63, 68, 74, 85, 91, 96	1
3, 10, 17, 24	2	Февраль (год високосный), Август	2	02, 13, 19, 24, 30, 41, 47, 52, 58, 69, 75, 80, 86, 97	2
2, 9, 16, 23	3	Февраль (год простой), Март, Ноябрь	3	03, 08, 14 25, 31, 36, 42 53, 59, 64, 70, 81, 87, 92, 98	3
1, 8, 15, 22	4	Июнь	4	09, 15, 20, 26, 37, 43, 48, 54, 65, 71, 76, 82, 93, 99	4
0, 7, 14, 21	5	Сентябрь, Декабрь	5	04, 10, 21, 27, 32, 38, 49, 55, 60, 66, 77, 83, 88, 94	5
6, 13, 20, 27	6	Январь (год високосный), Апрель, июль	6	05, 11, 16, 22, 33, 39, 44, 50, 61, 67, 72, 78, 89, 95	6

ично-десятичные коды столетия, года внутри столетия и дня месяца соответственно, SA3 — двоичный код месяца.

Шифратор столетий преобразует шестиразрядный двоично-десятичный код с выхода переключателя SA1 и код стиля летосчисления в трехразрядный двоичный код числа С (верхний по схеме выход) в соответствии с табл. 19. На втором выходе шифратора столетий формируется высокий уровень, если переключателем SA1 набраны столетия 00—14, а переключателем SA5 — новый

стиль летосчисления или переключателем SA1 набраны столетия 20—25, а переключателем SA5 — старый стиль летосчисления. В остальных случаях на этом выходе формируется низкий уровень.

Высокий уровень на нижнем по схеме выходе шифратора столетий свидетельствует об ошибочном наборе даты. При подаче высокого уровня с нижнего выхода шифратора столетий на вход элемента ИЛИ — НЕ на его выходе будет уровень логического 0, который обеспечивает гашение индикатора дня недели и включение индикатора неправильного набора даты.

Шифратор годов преобразует восьмиразрядный двоично-десятичный код с выхода переключателя SA2 в трехразрядный двоичный код набранного года (числа A) на верхнем выходе. На нижнем выходе этого шифратора высокий уровень возникает при наборе переключателем SA2 високосного года, в остальных случаях на нижнем выходе шифратора действует низкий уровень.

Шифратор дней месяца преобразует шестиразрядный двоично-десятичный код с выхода переключателя SA4 в пятиразрядный двоичный код дня месяца (число D) на верхнем выходе. Кроме того, высокий уровень формируется на втором выходе шифратора дней месяца при наборе переключателем SA4 числа 29, на третьем выходе — при наборе переключателем SA4 числа 30 и на четвертом выходе — при наборе переключателем SA4 числа 31. В остальных случаях на втором — четвертом выходах шифратора формируется низкий уровень.

Шифратор месяцев преобразует восьмиразрядный входной код таким образом, что на верхнем по схеме выходе формируется трехразрядный двоичный код числа B месяца (с учетом високосного или невисокосного года для января и февраля) в соответствии с табл. 19.

На нижнем выходе формируется высокий уровень при наборе чисел 29, 30 или 31 переключателем SA4, февраля переключателем SA3 и невисокосного года переключателем SA2; при наборе числа 31 переключателем SA4 и апреля, июня, сентября или ноября переключателем SA3 и, наконец, при наборе чисел 30 или 31 переключателем SA4, февраля переключателем SA3 и високосного года переключателем SA2.

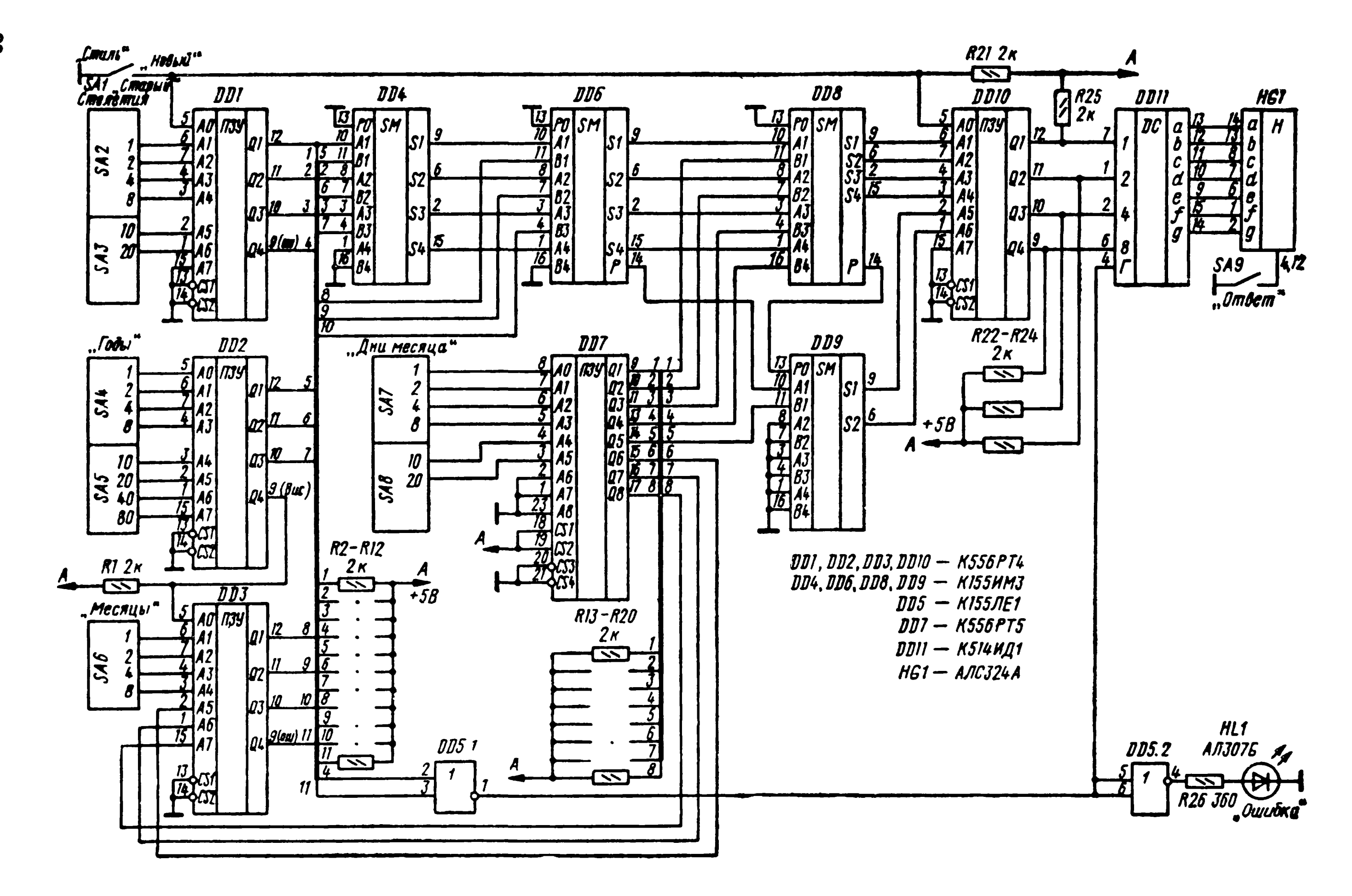
Появление высокого уровня на нижнем выходе шифратора месяцев также свидетельствует о неправильном наборе даты и сопровождается гашением индикатора дня недели и свечением индикатора ошибки.

Сумматор Σ_1 определяет сумму чисел C+A. На выходе сумматора Σ_2 формируется пятиразрядный двоичный код чисел B+A+C, а на выходе сумматора Σ_3 — шестиразрядный двоичный код суммы A+B+C+D. Далее семиразрядный код (шесть разрядов суммы чисел A+B+C+D и одноразрядный код стиля летосчисления) преобразуется в код числа M в соответствии с табл. 20.

Дешифратор DC преобразует двоичный входной код в семисегментный для индикации дня недели. После набора даты замыкают контакты тумблера «Ответ» и цифровой индикатор индицирует день недели.

Принципиальная схема устройства изображена на рис. 47.

Дату набирают переключателями SA2 — SA8 типа ПП10МВ. Все шифраторы и преобразователь кода реализованы на постоянных запоминающих устройствах (DD1 — DD3, DD7, DD10). Сумматоры выполнены на микросхемах DD4, DD6, DD8 и DD9. После замыкания контактов тумблера «Ответ» на индикаторе HG1 индицируется день недели. В случае ошибочного набора даты включается светодиод HL1 «Ошибка».



„Сталь"
„Новый"
„Старый"
SA1
Столетия
„Годы"
„Месяцы"
„Дни месяца"
„Ответ"
„Ошибка"
R1 2к
R2-R12 2к
R13-R20 2к
R21 2к
R22-R24 2к
R25 2к
R26 360
HL1 АЛ307Б
+5В
DD1, DD2, DD3, DD10 — К556РТ4
DD4, DD6, DD8, DD9 — К155ИМ3
DD5 — К155ЛЕ1
DD7 — К556РТ5
DD11 — К514ИД1
HG1 — АЛС324А

Таблица 20

A + B + C + D	Выход переключателя SA5 (двоичный)	Код числа M	
		десятичный	двоичный
07, 14, 21, 28	1	6	0110
35, 42, 49	0	7	0111
01, 08, 15, 22, 29	1	7	0111
36, 43	0	1	0001
02, 09, 16, 23	1	1	0001
30, 37, 44,	0	2	0010
03, 10, 17, 24, 31	1	2	0010
38, 45	0	3	0011
04, 11, 18, 25, 32	1	3	0011
39, 46	0	4	0100
05, 12, 19, 26	1	4	0100
33, 40, 47	0	5	0101
06, 13, 20, 27, 34	1	5	0101
41, 48	0	6	0110

Таким образом, аппаратурные затраты по сравнению с первым вариантом снижены более чем в 2,5 раза. Одновременно улучшены эргономические характеристики.

В заключение дана табл. 21 программирования ПЗУ, используемых в «Вечном календаре-2».

ЭЛЕКТРОННЫЕ АВТОМАТЫ В ШКОЛЕ

Вычислительная техника проникла практически во все сферы человеческой деятельности. К использованию этой техники необходимо готовить и подрастающее поколение. Поэтому в учебные планы школ и СПТУ введен новый предмет «Основы информатики и вычислительной техники». Учащиеся изучают системы счисления, основы программирования, знакомятся с элементами электронно-вычислительной техники. Вычислительная техника начинает играть все большую роль в учебном процессе, для организации классной и внеклассной работы школьников. Одним из возможных направлений ее использования является создание наглядных демонстрационных устройств по различным разделам школьных курсов физики, информатики, других учебных дисциплин.

Чрезвычайно перспективным представляется использование автоматов для контроля знаний учащихся, развития программированного обучения. Электронные экзаменаторы должны автоматически выдать задания, проконтролировать правильность ответов учащихся, наглядно представить результаты испытаний в цифровой форме. Они должны стать привычным инструментом в деятельности школьников, как старшеклассников, так и учащихся начальных классов.

Рис. 47. Принципиальная схема устройства «Вечный календарь-2»

Таблица 21

ПЗУ DD1

Адрес	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00	5	D	4	C	3	B	2	A	1	9	0	8	6	E	5	D
10	4	C	3	B	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
20	2	A	1	9	0	8	6	E	5	D	4	4	3	3	2	2
30	1	1	0	0	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
40	E	6	D	5	C	4	B	3	A	2	9	1	8	0	E	6

ПЗУ DD2

Адрес	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00	8	1	2	3	D	6	0	1	B	4	X	X	X	X	X	X
10	5	6	9	2	3	4	E	0	1	2	X	X	X	X	X	X
20	C	5	6	0	A	3	4	5	8	1	X	X	X	X	X	X
30	2	3	D	6	0	1	B	4	5	6	X	X	X	X	X	X
40	9	2	3	4	E	0	1	2	C	5	X	X	X	X	X	X
50	6	0	A	3	4	5	8	1	2	3	X	X	X	X	X	X
60	D	6	0	1	B	4	5	6	9	2	X	X	X	X	X	X
70	3	4	E	0	1	2	C	5	6	0	X	X	X	X	X	X
80	A	3	4	5	8	1	2	3	D	6	X	X	X	X	X	X
90	0	1	B	4	5	6	9	2	3	4	X	X	X	X	X	X

Остальные X

ПЗУ DD3

Адрес	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00	8	8	0	6	3	2	3	3	6	6	1	1	4	4	6	6
10	2	2	5	5	0	0	3	3	5	5	8	8	8	8	8	8
20	8	8	0	6	B	2	3	3	6	6	1	1	4	4	6	6
30	2	2	5	5	0	0	3	3	5	5	8	8	8	8	8	8
40	8	8	0	6	B	A	3	3	6	6	1	1	4	4	6	6
50	2	2	5	5	0	0	3	3	5	5	8	8	8	8	8	8
60	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
70	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
80	8	8	0	6	B	A	3	3	E	E	1	1	C	C	6	6
90	2	2	D	D	0	0	B	B	5	5	8	8	8	8	8	8

Остальные 8

ПЗУ DD7

Адрес	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
000	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	XX	XX	XX	XX	XX	XX
010	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13	XX	XX	XX	XX	XX	XX
020	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	3D	XX	XX	XX	XX	XX	XX
030	5E	9F	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX

Остальные XX

ПЗУ DD10

Адрес	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00	0	0	7	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7
10	7	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	1
20	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	1	1	2
30	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	1	1	2	2	3
40	3	4	4	5	5	6	6	7	7	1	1	2	2	3	3	4
50	4	5	5	6	6	7	7	1	1	2	2	3	3	4	4	5
60	5	6	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Остальные X

Использование автоматов для контроля знаний даст также возможность получения индивидуальной информации о темпе и уровне усвоения изучаемого материала каждым учеником, позволит установить оптимальную обратную связь между учащимся и учителем.

И, наконец, еще одну группу устройств составят автоматы-помощники. Электроника поможет спортивному судье остаться объективным и беспристрастным. Электронные таймеры станут ассистентами в проведении опытов по химии или при фотосъемке, выполнят роль электронного секретаря на собрании, по установленной программе подадут школьные звонки. Электронные светофоры помогут воссоздать на школьном автодроме «уличную» ситуацию. В этом разделе мы рассмотрим некоторые устройства, которые могут быть успешно использованы в школах и ПТУ, как в учебном процессе, так и во внеклассной работе.

Электронные светофоры

Беседы по правилам дорожного движения, проводимые с детьми дошкольного и младшего школьного возраста, более эффективны, если они сопровождаются демонстрацией действующего устройства.

Схема одного из вариантов электронного светофора на микросхемах ТТЛ и временны́е диаграммы, иллюстрирующие его работу, изображены на рис. 48 [56].

Светофор обеспечивает следующий режим работы: шесть секунд горит красный свет, две секунды — красный и желтый, затем четыре секунды — зеленый, после чего он мигает две секунды и включается на две секунды желтый свет. В последующем цикл повторяется. Полный цикл работы выбран равным 16 с и может быть при необходимости изменен с пропорциональным изменением длительности всех интервалов работы светофора.

Светофор содержит задающий генератор на элементах DD1.1 — DD1.3, четырехразрядный двоичный счетчик DD2, логическое устройство, реализованное

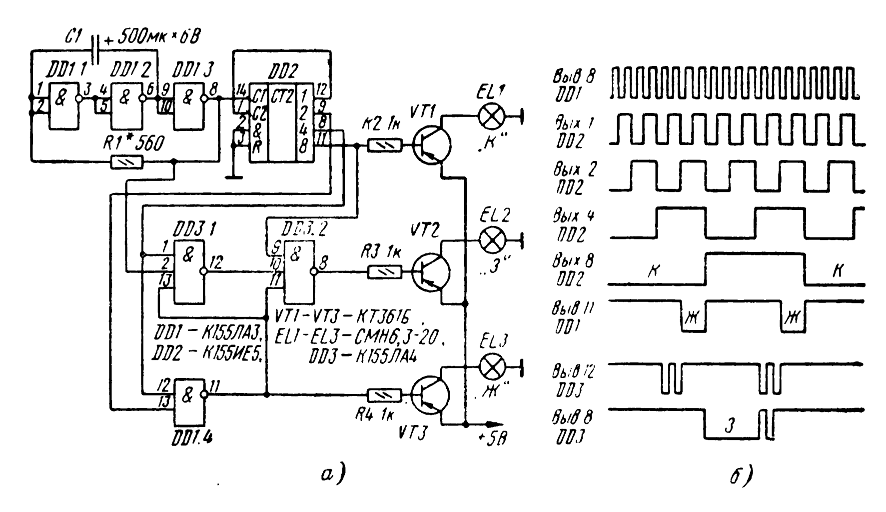


Рис. 48. Электронный светофор на микросхемах серии К155:
а — принципиальная схема; б — временны́е диаграммы

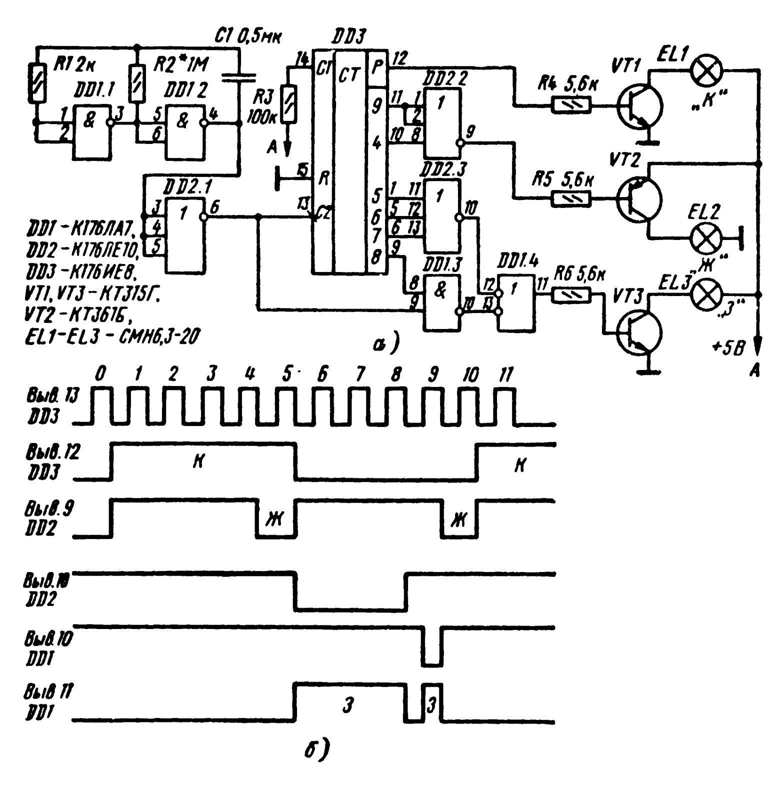


Рис. 49. Электронный светофор на микросхемах серии К176

на элементах DD3.1, DD3.2, DD1.4, и усилители мощности на транзисторах VT1 — VT3, нагрузкой которых являются лампы накаливания EL1 — EL3. Частота задающего генератора равна 1 Гц и может быть изменена подборкой резистора R1. Счетчик DD2 формирует последовательности импульсов с периодами 2, 4, 8, 16 с. Последовательность включения ламп EL1 — EL3 обеспечивает логическое устройство. Свечение соответствующей лампы соответствует низкому уровню на базе транзисторов VT1 — VT3. В светофоре использованы лампы накаливания с номинальным напряжением 6,3 В.

Схема аналогичного светофора на микросхемах КМДП и временные диаграммы его работы изображены на рис. 49. Цикл работы светофора равен 10 с, при этом 4 с горит красный свет, 1 с — красный и желтый, 4 с — зеленый, причем последнюю секунду он мигает, а затем 1 с — желтый. Далее циклы повторяются.

Устройство содержит тактовый генератор на элементах DD1.1, DD1.2, DD2.1, счетчик-распределитель DD3, логическое устройство DD1.3, DD1.4, DD2.2, DD2.3 и усилитель мощности на транзисторах VT1 — VT3, в коллекторные цепи которых включены лампы накаливания EL1 — EL3. Частота импульсов задающего генератора — около 1 Гц. На выходах 1—9 счетчика DD3 последовательно появляется высокий уровень на время, равное периоду тактовых импульсов, со скважностью, равной 10. На выходе P формируется импульс типа меандра,

период которого равен 10 периодам тактовых импульсов Последовательность включения ламп светофора, как и в предыдущем случае, определяет логическое устройство

Электронный таймер

В повседневной жизни очень часто возникает необходимость использования таймеров для отсчета интервалов времени Например, их можно использовать при проведении химических экспериментов, где важно контролировать длительность различных реакций Таймер регламентатор может быть хорошим помощником на собраниях, беспристрастно сигнализируя об истечении времени, предоставленного для выступления Основными требованиями, предъявляемыми к устройствам указанного назначения, являются схемная простота, минимальное число органов управления, высокая экономичность и надежность

Схема простейшего таймера-регламентатора на двух микросхемах серии КМДП представлена на рис 50 [34] Устройство имеет два органа управления регулятор временных интервалов и кнопку «Пуск» Собственно таймер реализован на элементах DD1 1 — DD1.3. На элементах DD1 4, DD2 1, DD2 2 собран сигнализатор, извещающий о истечении установленного времени

Для запуска таймера нажимают на кнопку SB1 «Пуск» Конденсатор C2 разряжается, и на выходе элемента DD1 3 формируется высокий уровень, в результате чего запускается генератор на элементах DD1 1, DD1 2 Поскольку конденсатор C1 заряжается через резистор R2 и диод VD1, а разряжается через резисторы R3, R4, то на выходе генератора формируются импульсы с большой скважностью Длительность импульсов — около 3 мс при частоте повторения от 2 до 0,4 Гц

После отпускания кнопки «Пуск» импульсы высокого уровня через резистор R5 постепенно заряжают конденсатор C2 до тех пор, пока не будет достигнуто пороговое напряжение на входе элемента DD1 3 При этом на его выходе формируется низкий уровень, срывающий колебания автогенератора на элементах DD1 1, DD1 2 С появлением низкого уровня на выходе элемента DD1 3 конденсатор C3 начинает заряжаться через резистор R6 До тех пор,

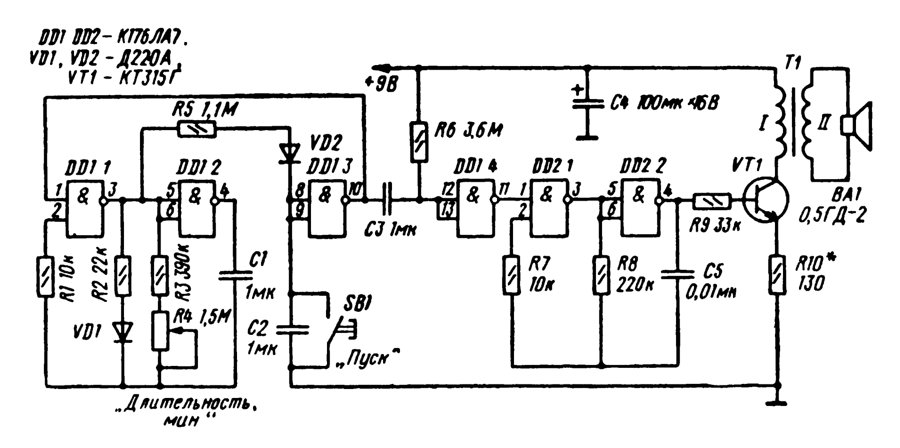


Рис 50 Принципиальная схема электронного таймера

пока напряжение на конденсаторе не достигнет порогового значения, высокий уровень с выхода элемента DD1.4 разрешает работу звукового генератора на элементах DD2.1, DD2.2 и в динамической головке BA1 слышится тон, сигнализирующий о истечении установленного временно́го интервала. Постоянная времени цепи R6C3 выбрана такой, чтобы длительность звучания сигнализатора была равна примерно 5 с.

Пределы изменения длительности формируемых интервалов при номиналах элементов, указанных на схеме, составляют 3...15 мин и при необходимости могут быть расширены. Ток, потребляемый устройством в режиме покоя, сравним с током саморазряда аккумуляторной батареи типа «Крона», емкости которой хватает на 6 мес. эксплуатации. Выходной трансформатор — от малогабаритного транзисторного приемника.

Автоматы для контроля знаний

Здесь описано несколько устройств для автоматического контроля знаний по курсам «Математика», «Основы информатики и вычислительной техники» в средней школе и ПТУ. Можно сформулировать несколько общих требований к указанным устройствам. Они, в частности, должны обеспечить предъявление данных (сомножителей, операндов, двоичных и цифровых кодов) автоматически и по случайному закону; автоматическую регистрацию числа правильных ответов и ошибок. Желательно предусмотреть измерение времени, затрачиваемого учащимися на цикл испытаний (определенного числа правильных ответов или числа попыток). Возможно также задание фиксированного времени испытаний, в течение которого регистрируются правильные ответы и ошибки.

Дифференцированная оценка знаний в каждом случае должна учитывать число правильных ответов и ошибок, а также время, затраченное учащимися на выполнение задания.

Автомат «Экзаменатор-1» предназначен для контроля знаний систем счисления в курсе «Основы информатики и вычислительной техники» в средней школе и ПТУ. Передняя панель экзаменатора изображена на рис. 51.

Функциональная схема автомата показана на рис. 52 [19]. В «Экзаменаторе-1» реализованы два режима испытаний. Первый режим — «Код цифровой»/«Код двоичный» (КЦ/КД), при котором по нажатии на кнопку SB2 «Пуск» на индикаторе цифрового кода предъявляется случайное десятичное или 16-ричное число, а учащийся кнопкой SB1 («Ввод») устанавливает на светодиодном индикаторе двоичного кода двоичный эквивалент этого числа, после чего нажимает на кнопку SB4 «Равно».

Второй режим — «Код двоичный»/«Код цифровой» (КД/КЦ), при котором по нажатии на кнопку «Пуск» на светодиодном индикаторе предъявляется случайный двоичный код, а учащийся кнопкой «Ввод» устанавливает на цифровом индикаторе десятичный или 16-ричный эквивалент этого кода, после чего нажимает на кнопку «Равно».

В обоих режимах по нажатии на кнопку «Пуск» запускается таймер, который останавливается после ввода правильного ответа. Если ответ ошибочный, то отсчет времени продолжается, а учащемуся предоставляется повторная попытка для ответа. Испытания завершаются после 32 правильных ответов, при этом индикатор попыток показывает число попыток, а индикатор времени — суммарное время, затраченное на 32 правильных ответа.

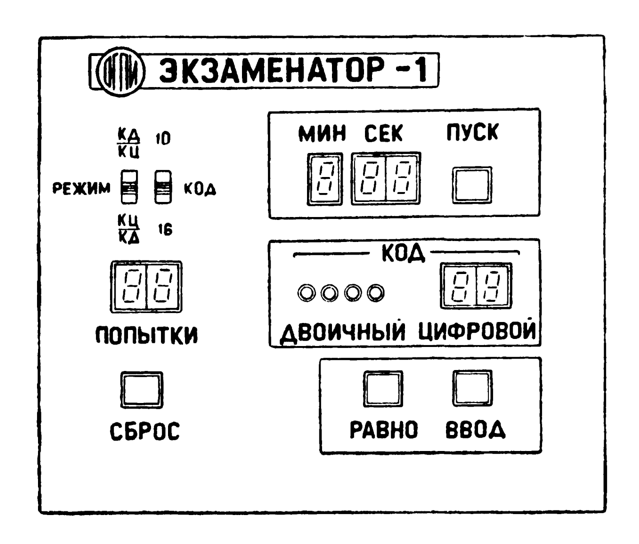


Рис. 51. Передняя панель автомата «Экзаменатор-1»

Рис. 52. Функциональная схема автомата «Экзаменатор-1»

Перед началом испытаний переключателем SA1 «Режим» задают режим испытаний, а переключателем SA2 «Код» (10/16) — вид цифрового кода. Нажатием на кнопку SB3 «Сброс» обнуляют счетчики правильных ответов СТ5, попыток СТ6 и времени СТ7. RS-триггер устанавливают в единичное состояние. Низкий уровень с выхода счетчика СТ5 гасит индикаторы попыток и времени. Высокий уровень с прямого выхода RS-триггера гасит индикатор цифрового кода, а низкий уровень с инверсного выхода RS-триггера — индикатор двоичного кода. С верхнего по схеме выхода тактового генератора импульсы с частотой 64 Гц поступают на счетные входы счетчиков СТ1 и СТ2. Низкий уровень с инверсного выхода RS-триггера разрешает работу счетчика СТ1, импульсы с выхода которого поступают на информационные входы мультиплексоров МХ1 и МХ2.

Рассмотрим работу устройства в каждом из двух режимов. В режиме КЦ/КД контакты переключателя режима SA1 разомкнуты и напряжение на адресных входах мультиплексоров МХ1 и МХ2 имеет высокий уровень. В результате импульсы с выхода счетчика СТ1 проходят через мультиплексор МХ2 на вход счетчика СТ4. Высокий уровень с прямого выхода RS-триггера блокирует подачу импульсов с частотой 1 Гц с нижнего по схеме выхода тактового генератора через второй элемент И на вход счетчика времени СТ7. После нажатия на кнопку SB2 «Пуск» высокий уровень с выхода инвертора устанавливает RS-триггер в нулевое состояние.

Высокий уровень с инверсного выхода триггера блокирует прохождение тактовых импульсов через счетчик СТ1 и мультиплексор МХ2 на вход счетчика СТ4. На его выходе формируется случайный двоичный код. Высокий уровень на входе гашения блока индикации двоичного кода и низкий уровень на входе гашения блока индикации цифрового кода разрешают индикацию состояний счетчиков СТ3 и СТ4 на светодиодном и цифровом индикаторах. При этом в зависимости от положения переключателя SA2 «Код» на цифровом индикаторе появляется случайное десятичное или 16-ричное число. Низкий уровень с прямого выхода RS-триггера разрешает прохождение тактовых импульсов с частотой 1 Гц через второй элемент И на вход счетчика СТ7. Начинается отсчет времени.

Задача учащегося — с помощью кнопки SB1 «Ввод» установить на светодиодном индикаторе двоичный эквивалент предъявленного числа и после этого нажать на кнопку SB4 «Равно». Нажатие на кнопку SB1 «Ввод» и удержание ее в нажатом состоянии разрешает прохождение тактовых импульсов через счетчик СТ2 и мультиплексор МХ1 на вход счетчика СТ3. Код на его выходе и соответственно показания светодиодного индикатора последовательно изменяются. При каждом кратковременном нажатии на кнопку SB1 «Ввод» код на выходе счетчика СТ3 увеличивается на 1. Выходные коды счетчиков СТ3 и СТ4 сравнивает узел сравнения. Если эти коды эквивалентны, то на выходе узла сравнения формируется низкий уровень. По нажатию на кнопку SB4 «Равно» формирователь F формирует импульс низкого уровня, и код на выходе счетчика попыток СТ6 увеличивается на 1. При эквивалентности кодов на выходах счетчиков СТ3 и СТ4 на выходе первого элемента И по нажатии кнопки «Равно» формируется импульс высокого уровня, устанавливающий RS-триггер в единичное состояние. Перепад из 0 в 1 на прямом выходе RS-триггера увеличивает на 1 выходной код счетчика правильных ответов СТ5. Одновременно гасятся индикаторы двоичного и цифрового кодов. Подача тактовых импульсов

через второй элемент И на вход счетчика СТ7 прекращается. Для предъявления очередного числа надо вновь нажать на кнопку SB2 «Пуск». Если учащийся ввел неверный ответ и коды на счетчиках СТ3 и СТ4 в момент нажатия на кнопку SB4 «Равно» неэквивалентны, то импульс на выходе первого элемента И не формируется и RS-триггер не меняет своего состояния до тех пор, пока не будет дан правильный ответ. Однако по каждому нажатию на кнопку «Равно» выходной код счетчика попыток СТ6 увеличивается на 1.

В режиме «Код двоичный»/«Код цифровой» (КД/КЦ) контакты переключателя SA1 «Режим» замкнуты. Как и в предыдущем случае, после нажатия на кнопку SB3 «Сброс» и установки RS-триггера в состояние 1 индикаторы двоичного и цифрового кодов гаснут. Импульсы с выхода счетчика СТ1 через мультиплексор MX1 поступают на вход счетчика СТ3. Нажатие на кнопку SB2 «Пуск» устанавливает RS-триггер в состояние 0. Подача высокого уровня на R-вход счетчика СТ1 блокирует его, и импульсы на счетчик СТ3 не поступают. Светодиодный индикатор индицирует случайный двоичный код. Низкий уровень с прямого выхода RS-триггера разрешает прохождение секундных импульсов с выхода ГТ через второй элемент И на вход счетчика СТ7. Начинается отсчет времени. Последовательными нажатиями на кнопку SB1 «Ввод» учащийся устанавливает на цифровом индикаторе десятичный или 16-ричный эквивалент предъявленного двоичного кода. Это достигается подачей тактовых импульсов через счетчик СТ2 и мультиплексор MX2 на вход счетчика СТ4. Как и в режиме КЦ/КД, при правильном ответе после нажатия на кнопку SB4 «Равно» импульс высокого уровня с выхода первого элемента И устанавливает RS-триггер в состояние 1, индикаторы данных гаснут, а коды на выходе счетчиков СТ5 и СТ6 увеличиваются на 1. Отсчет времени прекращается. Для предъявления нового двоичного числа следует вновь нажать на кнопку SB2 «Пуск».

В дальнейшем циклы предъявления данных и ответов учащегося повторяются до тех пор, пока на выходе счетчика СТ5 не появится высокий уровень. Это происходит после 32 правильных ответов, тогда RS-триггер устанавливается в состояние 1, гасятся индикаторы двоичного и цифрового кодов, а на выходе инвертора формируется низкий уровень. Последующее нажатие на кнопку SB2 «Пуск» не приводит к изменению состояния RS-триггера и предъявлению данных. Подача высокого уровня с выхода счетчика СТ5 на верхний вход второго элемента И блокирует измеритель времени, а также снимает гашение с индикаторов времени и попыток. На них индицируются результаты испытаний. Проверка знаний завершена. Дифференцированная оценка знаний производится исходя из числа попыток и времени, затраченного учащимся на 32 правильных ответа. Для начала нового цикла испытаний необходимо нажать на кнопку «Сброс».

Принципиальная схема автомата «Экзаменатор-1» показана на рис. 53. Тактовый генератор реализован на микросхеме DD1, счетчики СТ1 и СТ2 — на микросхеме DD6, счетчики СТ3 — СТ5 — на микросхемах DD10, DD11, DD3 соответственно. Счетчик попыток выполнен на микросхемах DD16, DD19, а счетчик времени — на микросхемах DD5, DD8, DD13. RS-триггер собран на элементах DD2.1, DD2.2, узел сравнения — на элементах DD.14.1 — DD14.4, а инвертор — на элементе DD4.3. Элементы DD17.1 — DD17.5 и DD2.3 выполняют функции первого и второго элементов И соответственно. Мультиплексоры MX1 и MX2 собраны на микросхеме DD9, блок индикации двоичного кода — на эле-

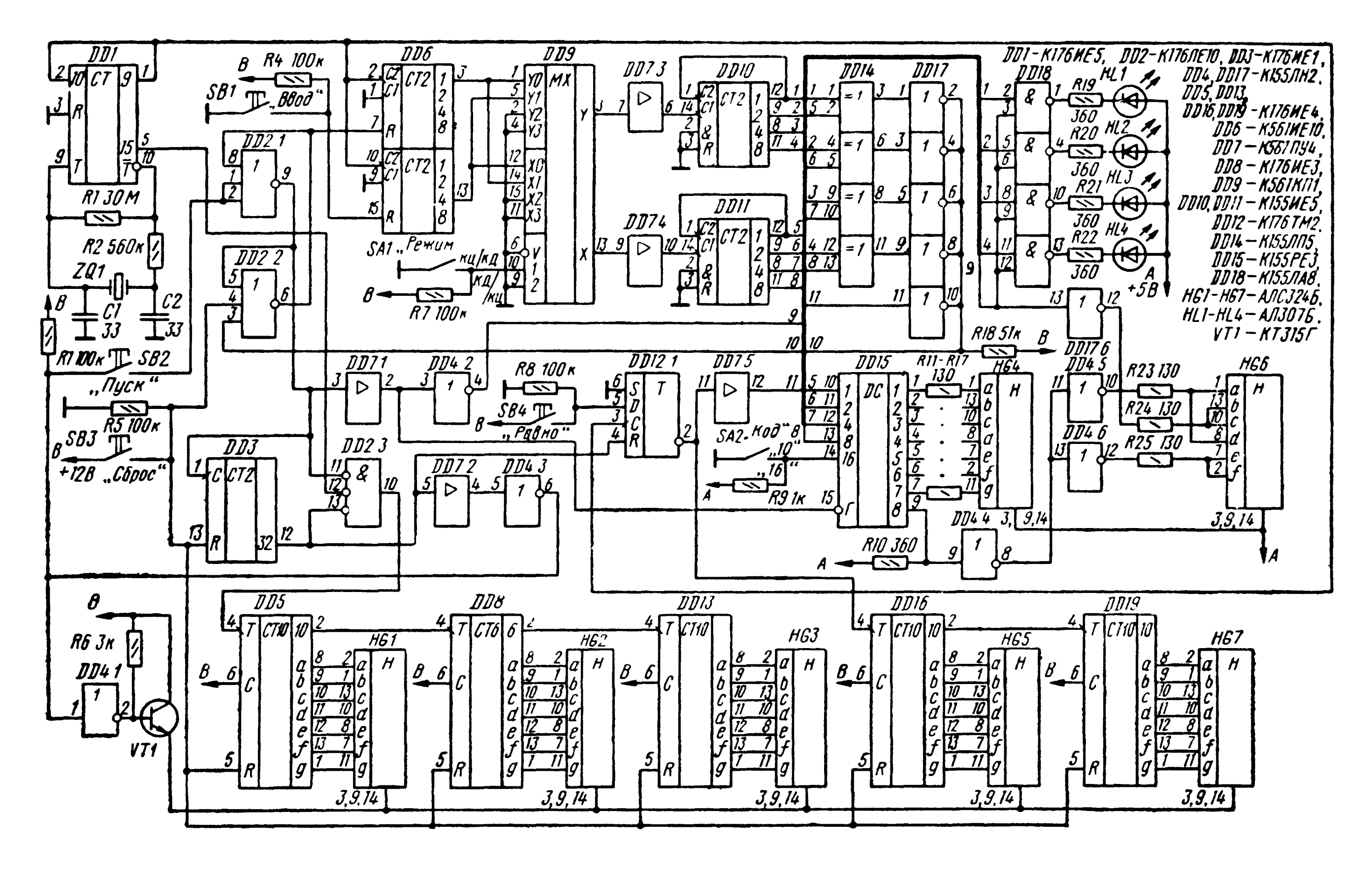


Рис. 53. Принципиальная схема автомата для контроля знаний систем счисления

ментах DD18.1 — DD18.4 и светодиодах HL1 — HL4. Блок индикации цифрового кода образован дешифратором на ПЗУ DD15 и индикаторами HG4, HG6. Индикаторы HG5, HG7 показывают число удачных попыток, а индикаторы HG1 — HG3 индицируют время, за которое учащийся правильно ответил на 32 вопроса. Элементы DD7.1 — DD7.4, DD4.1, DD4.2, DD4.4 — DD4.6 являются согласующими.

В заключение приведем табл. 22 программирования ПЗУ DD15 типа К155РЕ3, обеспечивающего индикацию цифрового десятичного или 16-ричного кодов на индикаторах HG4, HG6.

Таблица 22

Адрес	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00	40	79	24	30	19	12	02	78	00	10	08	03	46	21	06	0E
10	40	79	24	30	19	12	02	78	00	10	C0	F9	A4	B0	99	92

Автомат «Экзаменатор-2» может быть использован в начальных классах средней школы для контроля знаний таблицы умножения. С целью повышения интереса учащихся в устройстве реализована игровая ситуация, суть которой состоит в том, что учащийся и автомат решают примеры из таблицы умножения «наперегонки». Побеждает тот, кто первым решит 15 примеров. Автомат затрачивает на решение каждого примера одно и то же время (преподаватель может менять это время в зависимости от уровня подготовки учащегося), поэтому у учащегося есть возможность выиграть, решая примеры быстрее автомата.

Устройство выполнено в виде стенда, на передней панели которого (рис. 54) расположены два цифровых индикатора сомножителей и двухразрядный кодовый переключатель ввода ответа. Кроме того, на передней панели находятся переключатель «Режим», кнопки «Сброс» и «Равно» и две линейки светодиодов по 16 шт. в каждой — одна для автомата, другая — для ученика.

Испытания начинают нажатием на кнопку «Сброс», при этом включаются первые светодиоды в каждой линейке, а цифровые индикаторы высвечивают

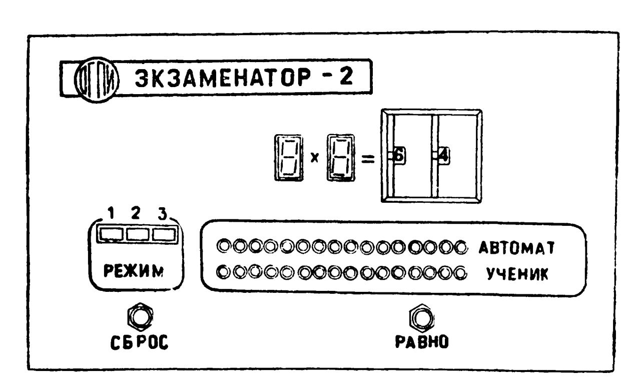


Рис. 54. Передняя панель автомата «Экзаменатор-2».

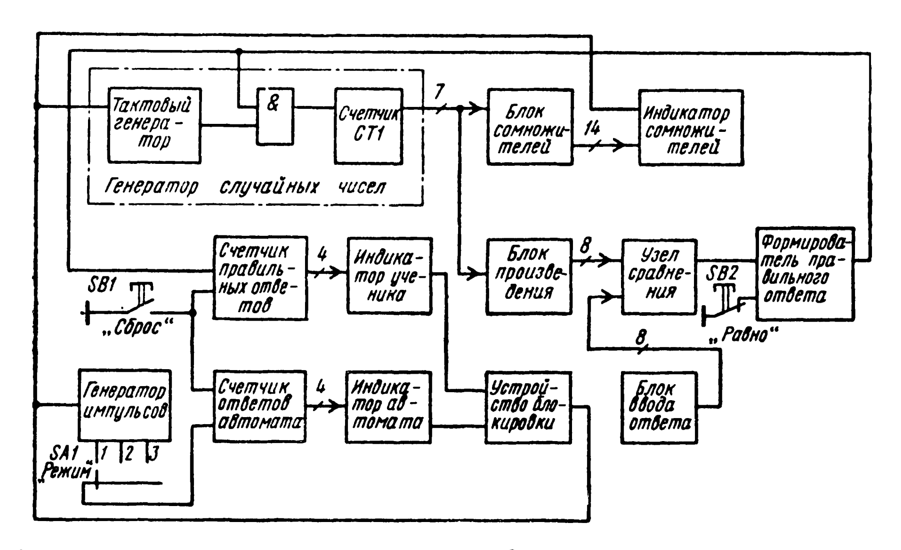


Рис. 55. Функциональная схема автомата «Экзаменатор-2»

первый пример. Учащийся вводит ответ, используя два переключателя ввода ответа, после чего нажимает на кнопку «Равно». Если ответ правильный, включится второй светодиод в линейке ученика, а индикаторы высветят новый пример. При каждом правильном ответе положение включенного светодиода в линейке ученика смещается на одну позицию вправо. Светодиоды в линейке автомата зажигаются последовательно через равные промежутки времени, за которые автомат как бы «решает» пример. Длительность этих промежутков устанавливают перед началом испытаний переключателем «Режим». Испытания завершаются после включения последнего светодиода в той или иной линейке.

Функциональная схема устройства изображена на рис. 55. Генератор случайных чисел состоит из тактового генератора, элемента И и счетчика. Генератор случайных чисел формирует семиразрядное двоичное число, код которого подается на блок сомножителей и блок произведения. Эти блоки выполнены на базе программируемых запоминающих устройств. В память блока сомножителей записаны 72 примера из таблицы умножения. Примеры высвечивает индикатор сомножителей. На выходе блока произведения формируется соответствующий индицируемым сомножителям двоично-десятичный код произведения. Этот код поступает на вход узла сравнения, который сравнивает его с кодом числа, вводимого учеником в качестве ответа. Ответ формируется в блоке ввода ответа, выполненном на двухразрядном кодовом переключателе. Если коды на входах узла сравнения равны, то после нажатия на кнопку «Равно» на выходе формирователя правильного ответа возникает импульс, увеличивающий на 1 код на выходе счетчика правильных ответов. Информация о состоянии счетчика правильных ответов отображается на индикаторе ученика. Одновременно импульс с выхода формирователя обеспечивает выбор следующего примера из блока сомножителей.

Если коды на входах узла сравнения не совпадают, то импульс на выходе формирователя не возникает, код на выходе счетчика правильных ответов не меняется и новый пример не предъявляется. Счетчик ответов автомата и инди-

катор автомата функционируют аналогично счетчику правильных ответов и индикатору ученика, но изменение кода на выходе счетчика ответов автомата происходит по тактам генератора импульсов большой длительности, частоту которых задает переключатель «Режим». Как отмечалось выше, индикаторы ученика и автомата содержат по 16 светодиодов. Позиция включенного светодиода в каждой линейке определяет количество примеров, решенных учеником и автоматом. Как только в индикаторах ученика или автомата включится последний (16-й) светодиод, срабатывает устройство блокировки. Напряжением на его выходе блокируются тактовый генератор и генератор импульсов, гасится индикатор сомножителей. Последующего предъявления примеров для решения не происходит, а нажатие на кнопку «Равно» не изменяет кода счетчика правильных ответов. Испытания закончились. По позициям включенных светодиодов в индикаторах ученика и автомата определяется победитель.

Для возобновления испытаний следует нажать на кнопку «Сброс».

Принципиальная схема устройства изображена на рис. 56. Генератор случайных чисел реализован на тактовом генераторе (элементы DD1.1, DD1.2, DD2.1), элементе DD2.3 и счетчиках DD6, DD7 с общим коэффициентом пересчета 72. На выходе генератора случайных чисел формируется 72 семиразрядных кода, управляющих блоком сомножителей (DD9, DD13) и блоком произведения (DD10). Сомножители индицируются на цифровых индикаторах HG1, HG2. Ввод ответа осуществляется переключателями SA1, SA2. Код произведения с выхода ПЗУ DD10 и код ответа с выхода переключателей SA1, SA2 подают на входы узла сравнения (DD12, DD14), к выходу которого подключен формирователь импульса правильного ответа (триггеры DD16.1, DD16.2). Импульсы с выхода формирователя поступают на вход счетчика правильных ответов DD8. Индикатор ученика содержит дешифратор DD15 и светодиоды HL17 — HL32. Генератор импульсов большой длительности образован вспомогательным генератором на элементах DD1.3, DD1.4, DD2.2 и счетчиком DD3, с выходов которого через переключатель SB1 «Режим» на вход счетчика ответов автомата DD4 поступают импульсные последовательности с периодом 2, 4 или 8 с. К выходу счетчика DD4 подключен дешифратор DD5 со светодиодами HL1 — HL16. Выходы 15 дешифраторов DD5 и DD15 соединены со входами устройства блокировки (элемент DD2.4, триггер DD11.1), выходы которого подключены ко входам блокировки тактовых генераторов и входу гашения индикаторов HG1, HG2.

Автомат работает следующим образом. Первоначально переключателем SB1 выбирают темп, в котором автомат будет «решать» примеры. Затем нажатием на кнопку «Сброс» SB2 обнуляют счетчики DD3, DD4, DD8, а триггер DD11.1 устанавливают в единичное состояние. Высоким уровнем с прямого выхода триггера DD11.1 запускается тактовый генератор и генератор импульсов; включаются светодиоды HL1 и HL17. Кроме того, при нажатии на кнопку SB2 на прямом выходе триггера DD16.1 появляется высокий уровень, разрешающий прохождение тактовых импульсов через элемент DD2.3 на вход счетчика DD6. Счетчики DD6, DD7 многократно переполняются. После отпускания кнопки «Сброс» подача импульсов тактового генератора на вход счетчика DD6 прекращается, а на выходах счетчиков DD6, DD7 формируется случайный семиразрядный двоичный код. В соответствии с этим кодом блоком сомножителей DD9, DD13 формируются случайные семисегментные коды, и сомножители высвечиваются на цифровых индикаторах HG1, HG2.

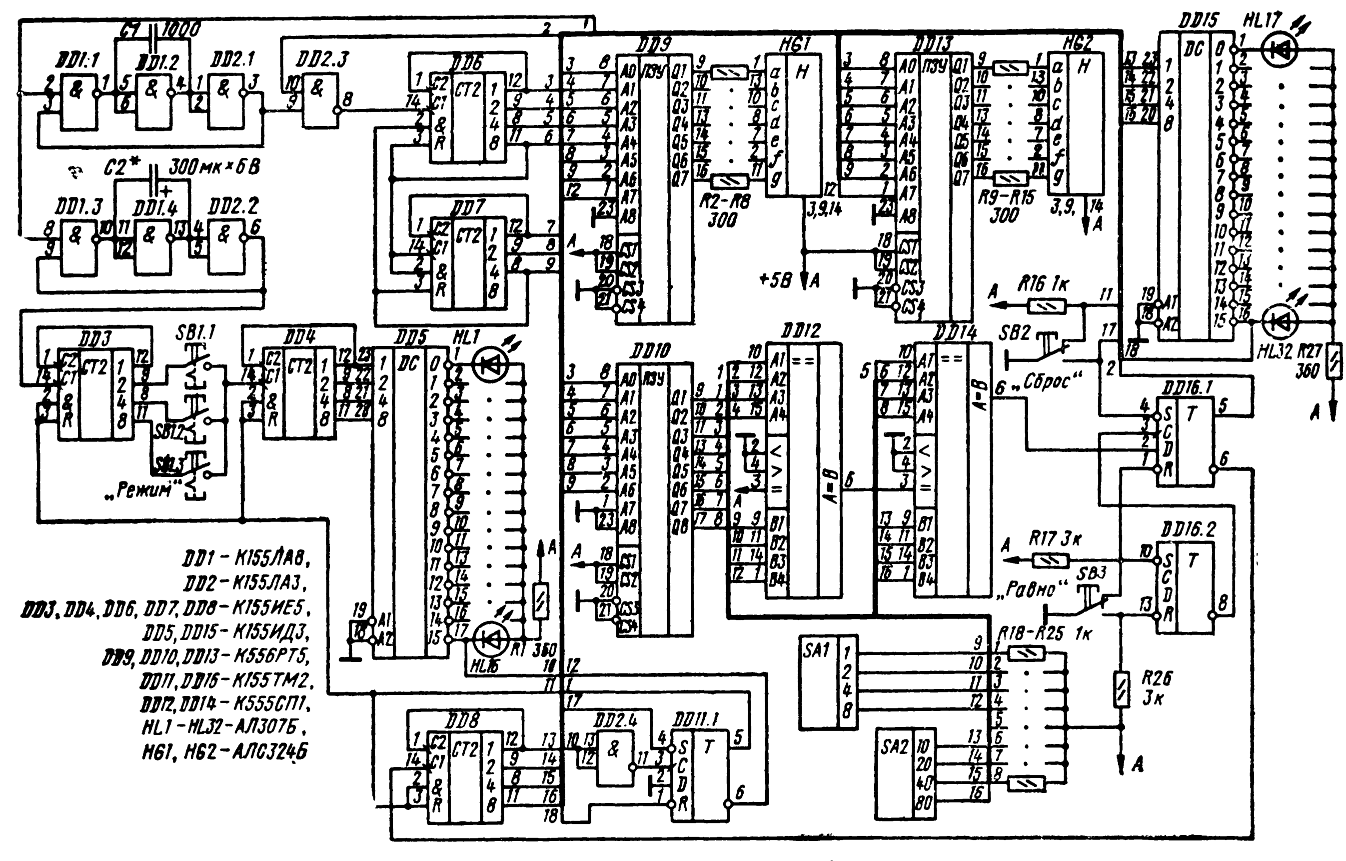


Рис. 56. Принципиальная схема автомата для контроля знаний **таблицы** умножения

В ПЗУ DD10 записаны двоично-десятичные коды произведений для каждой пары сомножителей. Код с выхода ПЗУ DD10 поступает на входы A1 — A4 устройств сравнения DD12 и DD14, а на их входы B1 — B4 подается двоично-десятичный код числа, вводимого учащимся переключателями SA1, SA2 в качестве ответа. На выходе узла сравнения формируется высокий уровень, если коды на его входах эквивалентны, и низкий — если коды не равны. После ввода ответа учащийся нажимает на кнопку «Равно». Триггер DD16.2 устанавливается в состояние 0. Если ответ правильный, то перепад напряжения с инверсного выхода триггера DD16.2 устанавливает триггер DD16.1 в состояние 1 и на его выходе формируется импульс, длительность которого может изменяться в пределах 100...300 мс (длительность удержания кнопки SB3). В течение этого интервала тактовые импульсы поступают на вход счетчика DD6.

Кроме того, отрицательный перепад напряжения с инверсного выхода триггера DD16.1 увеличивает на 1 код на выходе счетчика DD8, и положение включенного светодиода в линейке ученика HL17 — HL32 смещается на одну позицию вправо. После отпускания кнопки SB3 триггер DD16.1 вновь устанавливается в состояние 0. В результате на выходе счетчиков DD6, DD7 формируется новый случайный код. В соответствии с программой, записанной в ПЗУ DD9, DD13, на индикаторах HG1, HG2 индицируются новые сомножители, а на выходе ПЗУ DD10 формируется соответствующий им код произведения.

Если же ученик набрал неправильный ответ, то состояние триггера DD16.1 после нажатия на кнопку «Равно» не меняется. Предъявления новых сомножителей не происходит, и ученику предоставляется повторная попытка ответа. В дальнейшем при каждом удачном ответе ученика положение включенного светодиода в линейке ученика смещается на одну позицию вправо.

Таблица 23

Адрес	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
								ПЗУ DD9								
000	A4	B0	90	80	92	B0	A4	F8	99	82	A4	90	92	B0	82	99
010	A4	80	F8	82	82	B0	90	F8	99	82	A4	80	99	A4	90	99
020	B0	92	82	F8	92	A4	80	92	82	F8	90	F8	A4	82	99	80
030	82	80	B0	90	99	F8	B0	F8	90	A4	80	99	92	F8	92	80
040	B0	80	82	B0	90	99	92	90				Остальные FF				
								ПЗУ DD13								
000	F9	99	90	92	92	80	82	F8	82	F8	B0	82	90	82	A4	F9
010	90	F9	92	A4	92	A4	99	A4	B0	90	92	80	92	A4	F9	80
020	90	F8	B0	90	82	80	90	B0	99	F9	B0	80	99	80	90	B0
030	82	F8	B0	A4	99	82	F9	99	80	F8	99	A4	80	B0	F9	A4
040	92	82	F9	F8	92	F8	99	F8			Остальные FF					
								ПЗУ DD10								
000	FD	ED	7E	BF	DA	DB	ED	B6	DB	BD	F9	AB	BA	E7	ED	FB
010	E7	F7	CA	EF	CF	F9	C9	EB	ED	AB	EF	9B	DF	FB	F6	CD
020	D8	CA	E7	9C	CF	E9	8D	EA	DB	F8	D8	A9	F7	B7	C9	DB
030	C9	A9	F6	E7	E9	BD	FC	D7	8D	EB	CD	F7	BF	DE	FA	E9
040	EA	B7	F9	DE	BA	D7	DF	9C			Остальные FF					

Кроме того, после отпускания кнопки SB2 «Сброс» импульсы с выхода генератора импульсов большой длительности подаются на вход счетчика ответов автомата DD4 и через равные промежутки времени положение включенного светодиода в индикаторе автомата смещается на одну позицию вправо. В процессе выполнения задания в любой момент по положению включенных светодиодов можно определить, кто из участников игры имеет преимущество.

Соревнование завершается, когда включится либо светодиод HL16, либо HL32. Тогда на выходе 15 соответствующего дешифратора (DD5 либо DD15) появится низкий уровень. При этом триггер DD11.1 установится в состояние 0 либо за счет подачи низкого уровня на R-вход (в случае победы учащегося), либо перепадом напряжения на C-входе и подачей низкого уровня на D-вход (в случае выигрыша автомата). Низкий уровень с прямого выхода триггера DD11.1 блокирует оба генератора. В результате изменения местоположения включенного светодиода не происходит. Из-за подачи высокого уровня на входы A7 ПЗУ DD9 и DD13 на их выходах формируется высокий уровень и индикаторы HG1 и HG2 гаснут, а на выходе узла сравнения DD12, DD14 формируется низкий уровень. Таким образом, новые примеры не предъявляются, а нажатие на кнопку «Равно» не приводит к изменению кода на выходе счетчика правильных ответов DD8. Испытания завершены. Для их возобновления необходимо нажать на кнопку «Сброс». В заключение приведем табл. 23 программирования ПЗУ DD9, DD13, DD10.

Автомат «Экзаменатор-3» предназначен для контроля знаний признаков делимости на 3 при изучении математики учащимися начальных классов. На передней панели устройства (рис. 57) находятся индикаторы предъявляемого трехзначного десятичного числа, кнопки «Сброс» и «Пуск», а также кнопки ввода ответа («Остаток» — «0», «1», «2»), индикаторы правильных ответов и времени испытаний. Функциональная схема устройства изображена на рис. 58.

После нажатия на кнопку «Сброс» обнуляются счетчики правильных ответов CT3 и попыток CT4, счетчики измерителя времени. RS-триггер устанавливается в состояние 1. Высокий уровень с прямого выхода триггера запускает задающий генератор, и счетчик CT1 многократно переполняется. Импульсы с



Рис. 57. Передняя панель автомата «Экзаменатор-3»

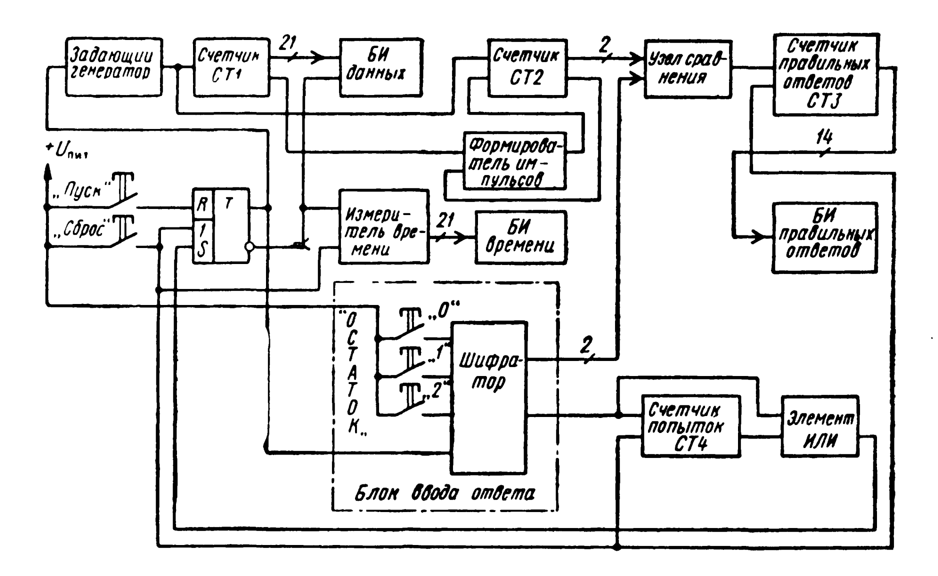
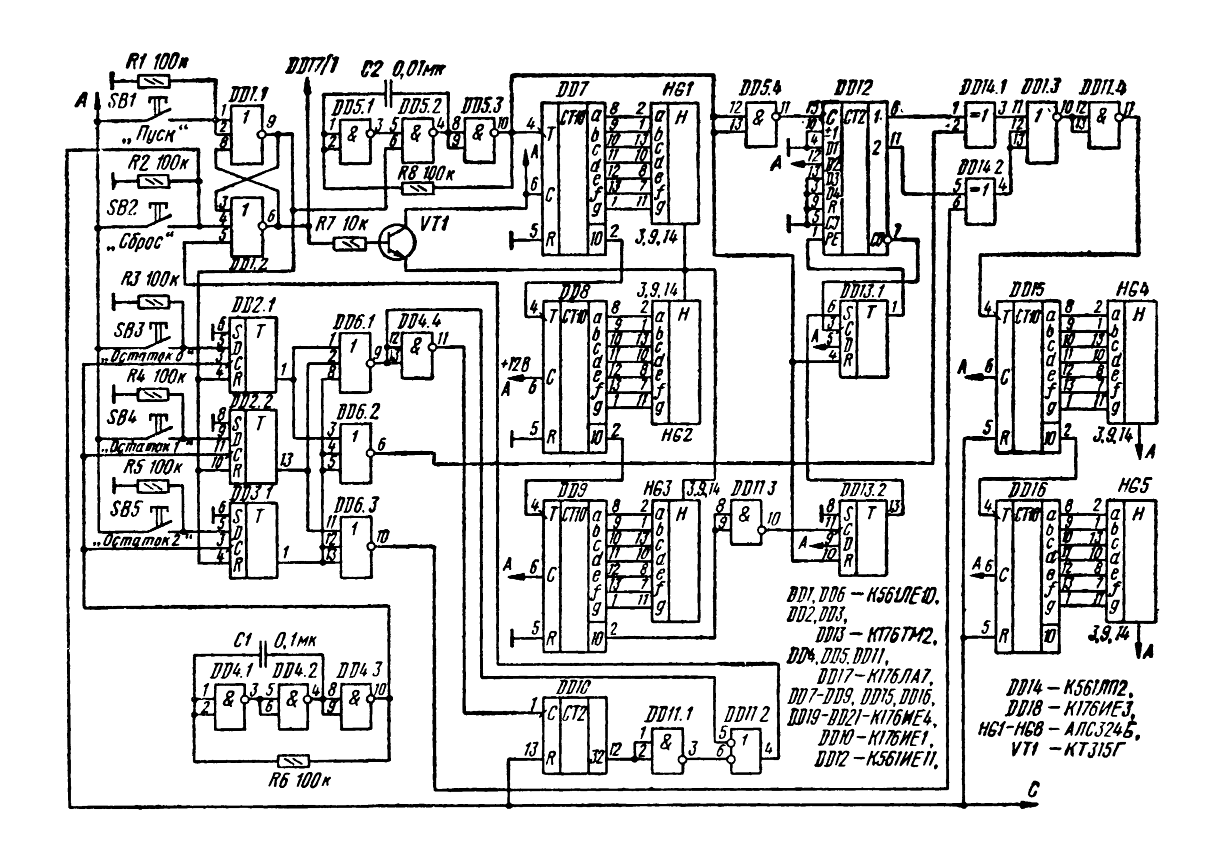


Рис. 58. Функциональная схема автомата «Экзаменатор-3»

выхода задающего генератора поступают также на вычитающий вход счетчика СТ2. Предустановку этого счетчика обеспечивают импульсы формирователя, который запускается как при переполнении счетчика СТ1, так и при появлении импульса на выходе переноса счетчика СТ2. Кроме того, высокий уровень с прямого выхода RS-триггера блокирует шифратор, на его верхнем по схеме выходе формируется двоичный код 11, а на нижнем низкий уровень. Низкий уровень с инверсного выхода RS-триггера гасит индикатор данных и блокирует измеритель времени. После нажатия на кнопку «Пуск» низкий уровень с прямого выхода RS-триггера блокирует задающий генератор и разрешает работу шифратора. Высокий уровень с инверсного выхода триггера запускает измеритель времени и разрешает индикацию заданного числа. Индикатор данных высвечивает случайное трехзначное число, а на выходе счетчика СТ2 формируется двоичный код остатка от деления предъявленного числа на 3, причем остатку 0 (число делится нацело) соответствует код 10, остатку 1 — код 01, остатку 2 — код 00.

На выходе узла сравнения из-за неэквивалентности кодов на выходе счетчика СТ2 и шифратора возникает высокий уровень. После нажатия на любую из кнопок «Остаток» на верхнем по схеме выходе шифратора формируется двоичный код остатка, а на нижнем по схеме выходе — высокий уровень. Если сравниваемые коды эквивалентны, то на выходе узла сравнения формируется низкий уровень и код на выходе счетчика правильных ответов СТ3 увеличивается на 1. Положительный перепад напряжения с нижнего выхода шифратора увеличивает на 1 выходной код счетчика попыток СТ4. Высокий уровень с нижнего выхода шифратора через элемент ИЛИ поступает на второй вход установки RS-триггера и переводит его в состояние 1. Измеритель времени останавливается, а индикатор данных гаснет. Вновь запускается задающий генератор и блокируется шифратор. Для появления на индикаторе



R1 100к
SB1
„Пуск"
R2 100к
SB2
„Сброс"
R3 100к
SB3
„Остаток 0"
R4 100к
SB4
„Остаток 1"
R5 100к
SB5
„Остаток 2"
DD17/1
C2 0,01мк
DD5.1
DD5.2
DD5.3
R8 100к
R7 10к
VT1
DD1.1
DD1.2
DD2.1
DD2.2
DD3.1
DD6.1
DD6.2
DD6.3
DD4.4
DD7
DD8
DD9
HG1
HG2
HG3
+12В
DD5.4
DD12
DD13.1
DD13.2
DD11.3
DD14.1
DD14.2
DD11.3
DD11.4
DD15
DD16
HG4
HG5
C1 0,1мк
DD4.1
DD4.2
DD4.3
R6 100к
DD10
DD11.1
DD11.2
DD1, DD6 — К561ЛЕ10,
DD2, DD3,
DD13 — К176ТМ2,
DD4, DD5, DD11,
DD17 — К176ЛА7,
DD7–DD9, DD15, DD16,
DD19–DD21 — К176ИЕ4,
DD10 — К176ИЕ1,
DD12 — К561ИЕ11,
DD14 — К561ЛП2,
DD18 — К176ИЕ3,
HG1–HG8 — АЛС324Б,
VT1 — КТ315Г

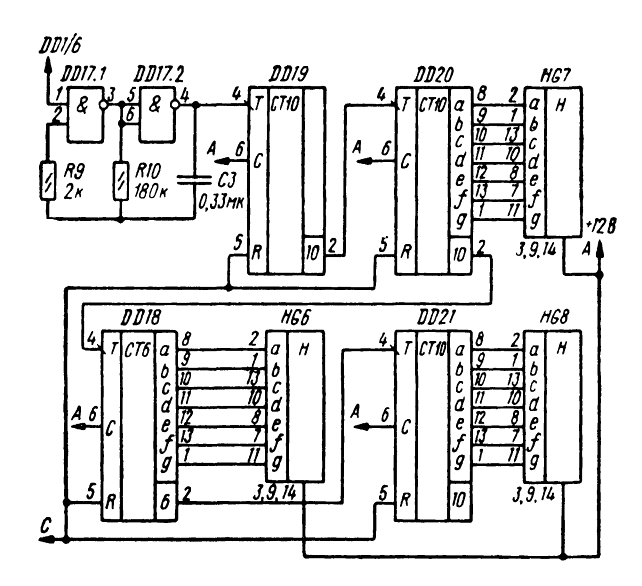


Рис 59 Принципиальная схема автомата «Экзаменатор-3»

нового трехзначного числа следует вновь нажать на кнопку «Пуск». Далее цикл повторяется. Испытания продолжаются до тех пор, пока число ответов не достигнет заданного значения (в данном случае 32). При этом на выходе старшего разряда счетчика СТ4 формируется высокий уровень и RS-триггер устанавливается в состояние 1. Низкий уровень с инверсного выхода RS-триггера блокирует измеритель времени и гасит индикатор данных. В результате последующие нажатия на кнопку «Пуск» не приводят к предъявлению нового числа и запуску измерителя времени. Испытания закончены. Дифференцированная оценка знаний производится исходя из числа ошибок и времени, затраченного на выполнение задания. Для возобновления испытаний необходимо нажать на кнопку «Сброс».

Принципиальная электрическая схема автомата показана на рис. 59, а, б. Задающий генератор собран на элементах DD5.1 — DD5.3, счетчик СТ1 — на микросхемах DD7 — DD9, а блок индикации данных — на цифровых индикаторах HG1 — HG3. На элементах DD1.1, DD1.2 выполнен RS-триггер. Измеритель времени содержит тактовый генератор с частотой 10 Гц на элементах DD17.1, DD17.2 и счетчики DD18 — DD21. Время, затраченное на испытания, высвечивают индикаторы HG6 — HG8. На микросхеме DD12 выполнен счетчик СТ2 с предустановкой, формирователь импульсов содержит элемент DD11.3 и триггеры DD13.1, DD13.2. Элементы DD14.1, DD14.2, DD1.3, DD11.4 образуют узел сравнения, а DD11.1 и DD11.2 выполняют функции элемента ИЛИ. На микросхеме DD10 собран счетчик числа попыток, а шифратор реализован на триггерах DD2.1, DD2.2, DD3.1 и элементах DD6.1 — DD6.3, DD4.1 — DD4.4. На микросхемах DD15, DD16 выполнен счетчик правильных ответов. Число правильных ответов высвечивают индикаторы HG4, HG5.

После нажатия на кнопку SB2 «Сброс» обнуляются счетчики DD10, DD15, DD16, DD18 — DD21, а индикаторы правильных ответов HG4, HG5 и индика-

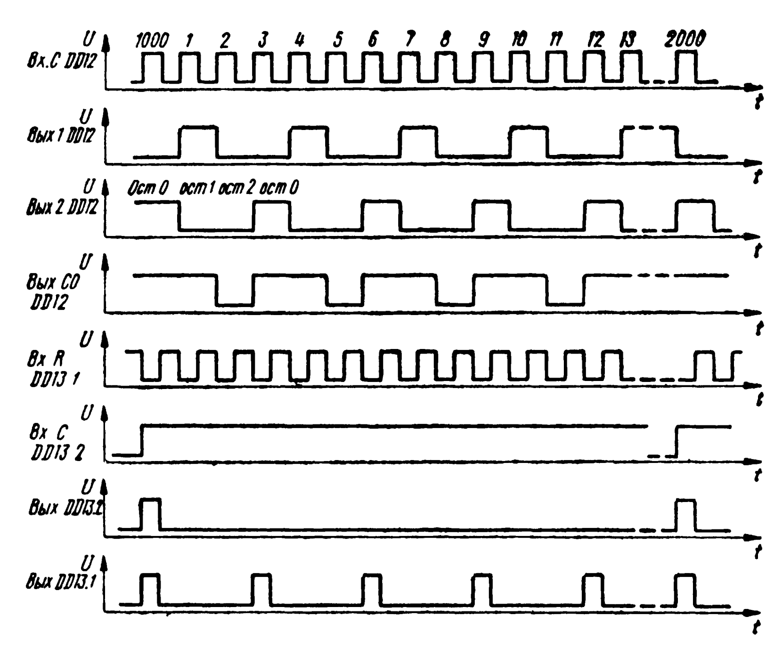


Рис. 60. Диаграммы напряжений на элементах схемы

торы затраченного времени HG6 — HG8 высвечивают нулевые показания. RS-триггер (DD1.1, DD1.2) устанавливается в состояние 1. Высокий уровень с прямого выхода триггера запускает задающий генератор на элементах DD5.1 — DD5.3, и счетчики DD7 — DD9 многократно переполняются. Кроме того, импульсы этого генератора поступают на счетный вход счетчика DD12, диаграммы напряжений на входах и выходах которого изображены на рис. 60

Высокий уровень с выхода элемента DD1.1 устанавливает триггеры DD2.1, DD2 2 и DD3.1 в состояние 0, в результате на узел сравнения с выходов элементов DD6.2, DD6.3 поступает код 11. Так как код 11 на выходе счетчика DD12 не формируется, то на выходе узла сравнения в этом случае будет высокий уровень. Низкий уровень с выхода элемента DD1.2 блокирует тактовый генератор измерителя времени (DD17.1, DD17.2) и закрывает транзистор VT1, в результате чего индикаторы HG1 — HG3 не светятся. После нажатия на кнопку SB1 «Пуск» низкий уровень с выхода элемента DD1.1 блокирует задающий генератор на элементах DD5.1 — DD5.3 и импульсы на счетчики DD7, DD12 не поступают. Высокий уровень с выхода элемента DD1.2 открывает транзистор VT1, и индикаторы HG1 — HG3 высвечивают случайное трехзначное число. Высокий уровень с выхода элемента DD1 2 запускает тактовый генератор на элементах DD17.1, DD17.2. Начинается отсчет времени.

После анализа предъявленного числа испытуемый нажимает на одну из трех кнопок ответа. При этом высокий уровень, подаваемый на вход D соответствующего триггера DD2.1, DD2.2, DD3.1, устанавливает его в состояние 1. Нетрудно видеть, что на выходах элементов DD6.3, DD6.2 при нажатии на кнопку SB3 «Остаток 0» формируется код 10, при нажатии на кнопку SB4 «Остаток 1» — код 01, а при нажатии на кнопку SB5 «Остаток 2» — код 00.

Если коды на выходах элементов DD6.2, DD6.3 и выходах счетчика DD12 эквивалентны, то на выходе элемента DD11.4 узла сравнения формируется низкий уровень. Возникающий при этом отрицательный перепад напряжения увеличивает на 1 код на выходе счетчика правильных ответов DD15, DD16. Кроме того, низкий уровень с выхода элемента DD6.1 обеспечивает появление высокого уровня на выходе элемента DD11.2 и RS-триггер вновь переключится в состояние 1. Положительный перепад напряжения на входе счетчика DD10 увеличивает код на его выходе на 1.

При неправильном ответе изменения кода на выходе счетчика правильных ответов не происходит, а остальные изменения состояния элементов аналогичны описанным выше. Индикаторы HG1 — HG3 после каждого ответа гаснут, тактовый генератор DD17.1, DD17.2 блокируется и отсчет времени прекращается, а задающий генератор на элементах DD5.1 — DD5.3 вновь запускается. Высокий уровень с выхода элемента DD1.1 устанавливает триггеры DD2.1, DD2.2, DD3.1 в состояние 0, и на выходах элементов DD6.3, DD6.2 формируется код 11, а напряжение на выходе узла сравнения принимает высокий уровень. Для предъявления нового числа необходимо вновь нажать на кнопку SB1 «Пуск».

После 32 ответов напряжение на выходе счетчика DD10 принимает высокий уровень, а на выходе элемента DD1.2 — низкий. Индикаторы HG1 — HG3 гаснут. При последующих нажатиях на кнопку «Пуск» уровень на выходе элемента DD1.2 не изменяется и индикации нового числа не происходит. Испытания закончены. Для их возобновления необходимо вновь нажать на кнопку SB2 «Сброс». По завершении цикла испытаний индикаторы HG4, HG5 высвечивают число правильных ответов, а индикаторы HG6 — HG8 — время, затраченное на испытания. Число ошибок может быть определено вычитанием из 32 числа правильных ответов.

Электронная модель «Цепная ядерная реакция»

Эта модель выполняется в виде электрифицированного плаката, на котором нанесен условный рисунок цепной реакции (рис. 61). Ядра атомов, нейтроны и осколки ядер выполняют разными цветами. Лицевую сторону корпуса устройства закрывают оргстеклом. Переключатели управления монтируют в указке, соединенной с устройством четырехпроводным кабелем. Принципиальная схема демонстрационной модели изображена на рис. 62. Устройство содержит генератор тактовых импульсов на элементах DD2.1, DD2.2, элемент И — НЕ DD2.3, четырехразрядный двоичный счетчик DD4, дешифратор DD3, формирователь импульсов управления DD1.1, блок памяти на триггерах DD5.1, DD5.2, DD6.1, DD6.2, блок тринисторных ключей (VT1 — VT20, VS1 —VS20).

После включения модели нажатием на кнопку SB2 «Стоп» триггер DD1.1 устанавливают в состояние 0, в результате чего импульсы тактового генератора через элемент DD2.3 на вход счетчика DD4 не поступают. Нажатием на кнопку SB3 «Установка» обнуляют счетчик DD4, выходной код которого управляет работой дешифратора DD3. К выходам дешифратора подключены тринисторные ключи и RS-триггеры DD5.1, DD5.2, DD6.1, DD6.2. В результате после нажатия на кнопку «Установка» загорается индикатор EL1 верхнего из нейтронов (см. рис. 61), триггеры DD5.1, DD5.2, DD6.1, DD6.2 переходят в состояние 1. На инверсных выходах триггеров появляется низкий уровень, открывающий

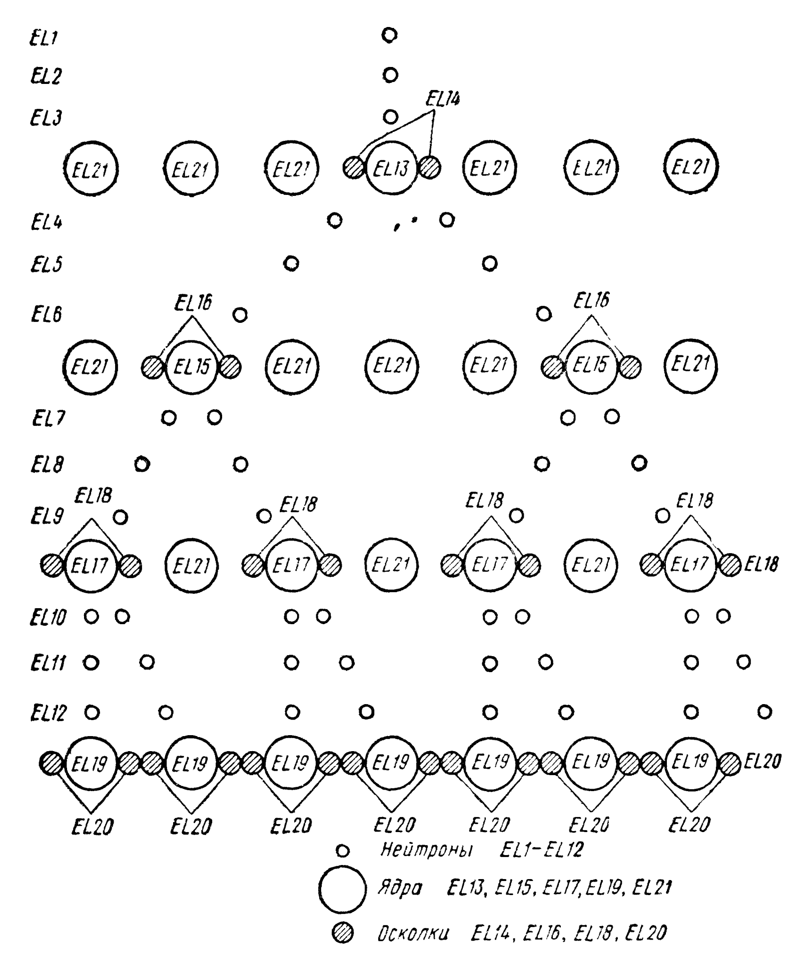


Рис. 61. Электрифицированный плакат «Цепная ядерная реакция»

тринисторные ключи 13, 15, 17, и 19. В результате светятся группы ламп EL13, EL15, EL17 и EL19, обозначающие ядра урана. Кроме того, светятся лампы EL21, обозначающие ядра, в которые нейтроны не попадают.

После нажатия на кнопку SB1 «Пуск» триггер DD1.1 переключается в состояние 1 и импульсы тактового генератора через элемент DD2.3 подаются на вход C1 счетчика DD4. Код на его выходе начинает монотонно возрастать. Возникает эффект «бегущих огней», поочередно включаются лампы EL1, EL2, EL3, воспроизводя движение первого нейтрона.

Во время следующего такта низкий уровень с выхода 3 дешифратора устанавливает триггер DD5.1 в нулевое состояние, что приводит к «исчезновению» ядра EL13 и высвечиванию двух образовавшихся осколков (EL14 на рис. 61). В дальнейшем растет поток нейтронов (поочередно загораются группы индикаторов EL4 — EL12, постепенно «исчезают» ядра EL15, EL17, EL19 и

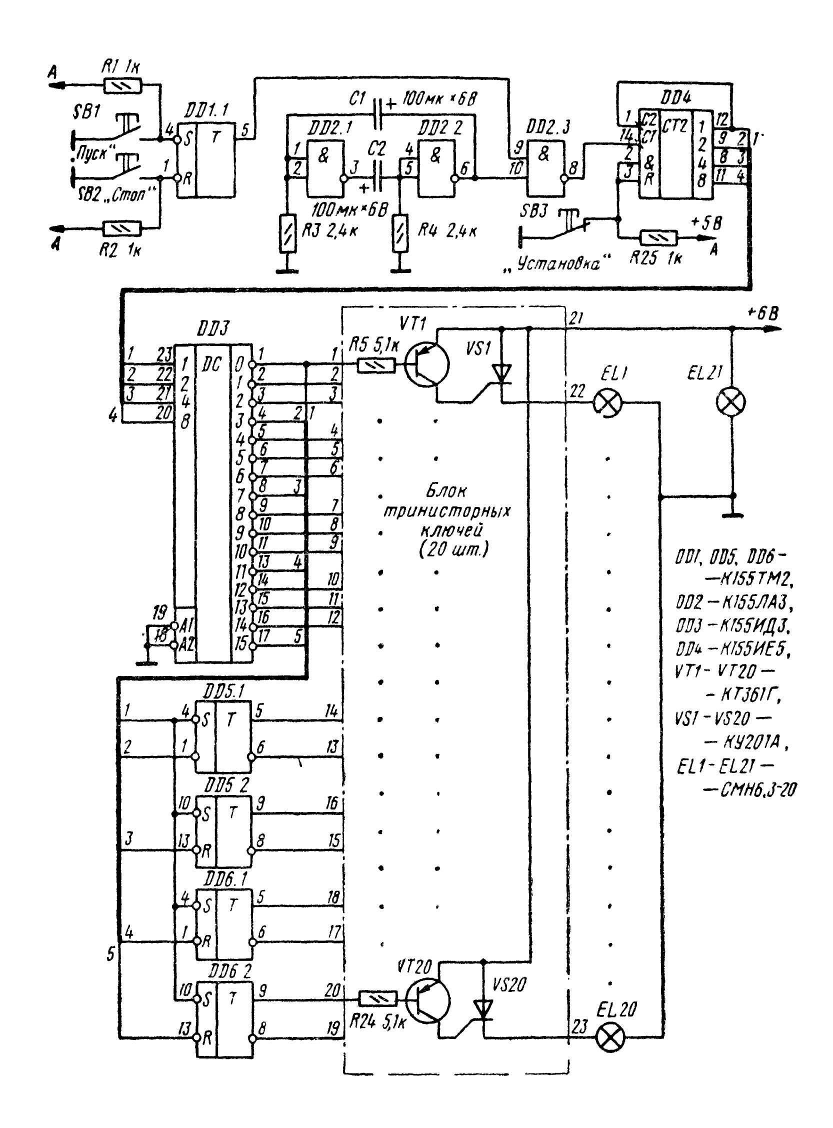


Рис. 62. Принципиальная схема демонстрационной модели

появляются осколки EL16, EL18, EL20, испускаются два нейтрона. После того как процесс «деления ядер» доходит до конца, цикл повторяется.

В любой момент нажатием на кнопку «Стоп» можно остановить демонстрацию, рассмотрев с учащимися особенности процесса «деления ядер». Нажатием кнопки «Пуск» процесс снова возобновляется.

Устройство содержит два источника питания — стабилизированный напряжением 5 В для питания микросхем и источник пульсирующего напряжения с действующим значением 6 В для питания ламп и тринисторных ключей.

Учебная модель ЭВМ

Описываемая учебная модель ЭВМ предназначена для ознакомления учащихся школ и ПТУ со структурой ЭВМ, двоичной и 16-ричной системами счисления, основными логическими и арифметическими операциями. Выполненная на интегральных микросхемах средней степени интеграции, она обеспечивает наглядность и доступность в изучении материала. Функциональная схема устройства изображена на рис. 63. Учебная модель содержит в упрощенном виде основные блоки ЭВМ: устройство ввода-вывода информации, устройство управления (УУ), арифметическо-логическое устройство (АЛУ), оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), генератор тактовых импульсов (ГТИ), постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), ОЗУ состоит из трех четырехразрядных регистров:

RGA — регистра операнда A;

RGB — регистра операнда B;

RGK — регистра команд.

Кроме того, устройство содержит еще регистр-аккумулятор (RGAк), накапливающий результат выполнения операций арифметическо-логическим устройством Для сокращения числа органов управления информация в ЭВМ вводится в последовательном коде.

Принципиальная схема модели ЭВМ изображена на рис. 64. При нажатии на кнопку SB5 («Ввод») разрешается работа генератора тактовых импульсов, собранного по схеме симметричного мультивибратора на элементах DD5.1, DD5.2. Тактовые импульсы поступают на счетный вход четырехразрядного двоичного счетчика DD4, на выходе которого формируется двоичный код числа введенных импульсов. Заносимую в устройство информацию индицирует в двоичном коде светодиодный индикатор HL2 — HL5, а также цифровой дисплей

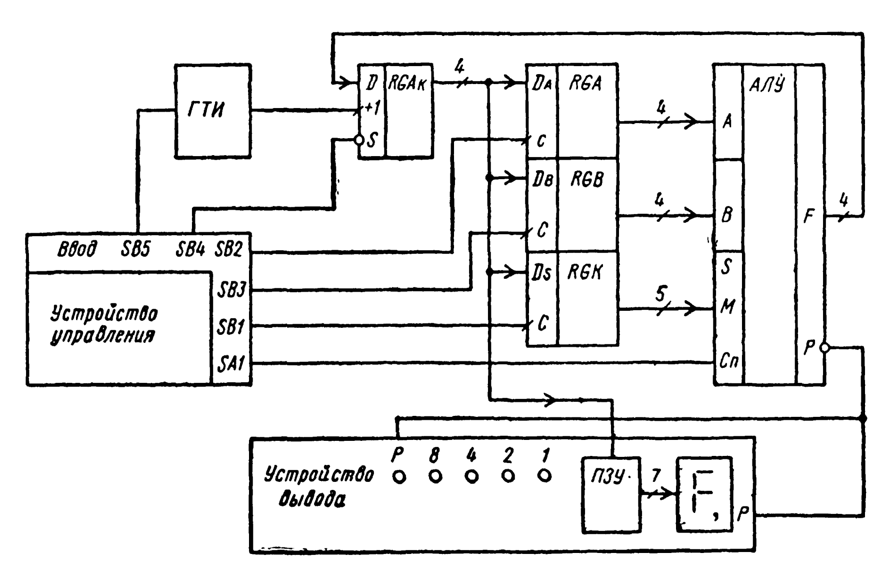


Рис. 63. Функциональная схема учебной модели ЭВМ

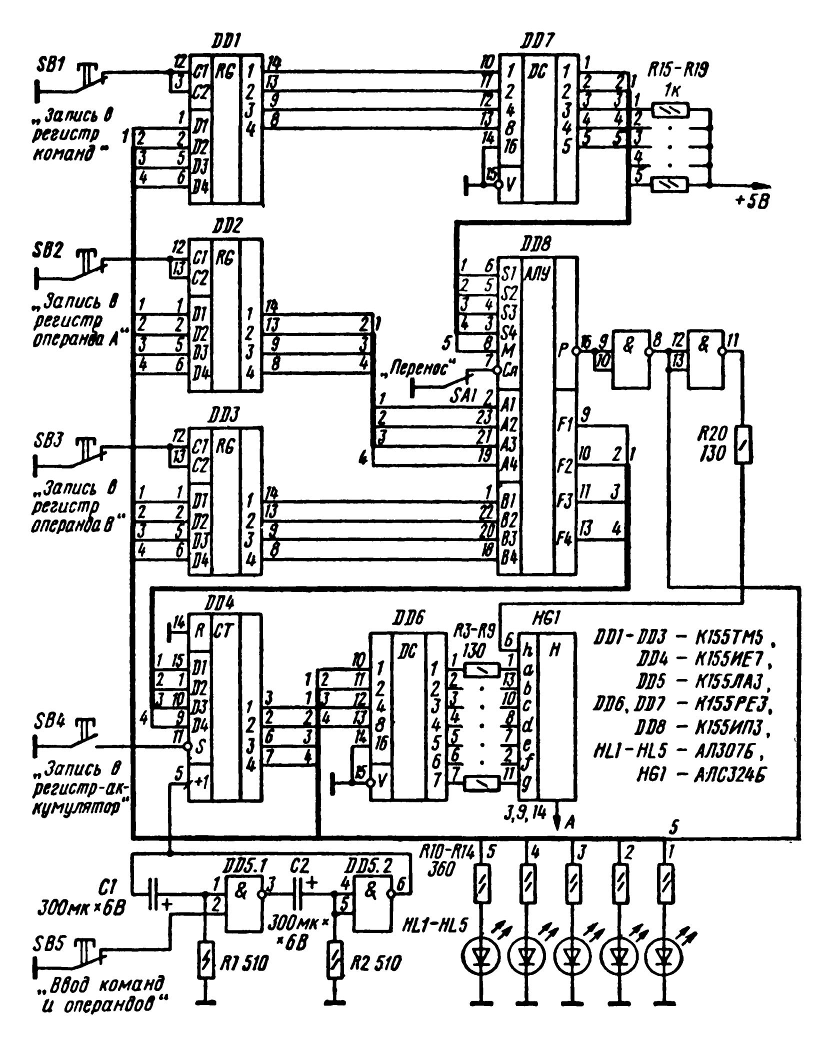


Рис. 64. Принципиальная схема учебной модели ЭВМ

HG1 в 16-ричном коде. Преобразователь двоичного кода в 16-ричный реализован на ПЗУ DD6. По четырехразрядной шине информация с выхода счетчика DD4 поступает на информационные входы всех регистров ОЗУ.

С помощью кнопок SB1 — SB3 осуществляют запись информации с выхода счетчика DD4 в любой из регистров ОЗУ. Таким образом, за три последовательных цикла нажатий на кнопки SB5 и SB2, SB5 и SB3, SB5 и SB1 можно записать соответственно коды двух операндов в регистр RGA (DD2) и регистр RGB (DD3), а также код команды в регистр RGK (DD1). Четырехразрядный код команды преобразуется в пятиразрядный код, управляющий АЛУ. Преобразователь выполнен на ПЗУ DD7. В зависимости от кода команды на входах S1 — S4 и управляющих сигналов M и C_n (логические или логико-арифме-

Таблица 24

Код входной 16-ричный	Код выходной						Операция	Тип операции
	M	S4	S3	S2	S1	16-ричный		
0	1	0	0	1	1	13	0	Присвоение или логические операции над одним операндом
1	1	1	1	0	0	1C	1	
2	1	1	1	1	1	1F	A	
3	1	0	0	0	0	10	$\overline{A}$	
4	1	1	0	1	0	1A	B	
5	1	0	1	0	1	15	$\overline{B}$	
6	1	1	1	1	0	1E	$A \vee B$	Логические операции над двумя операндами
7	1	0	0	0	1	11	$A \vee B$	
8	1	1	0	1	1	1B	$A \wedge B$	
9	1	0	1	0	0	14	$\overline{A \wedge B}$	
A	1	0	1	1	0	16	$A \oplus B$	
B	1	1	0	0	1	19	$\overline{A \oplus B}$	
C	0	1	0	0	1	09	A+B	Арифметические операции
D	0	1	1	0	0	06	A—B—1	
E	0	0	1	1	0	0C	A+A	
F	0	1	1	1	1	0F	A—1	

тические операции, наличие или отсутствие переноса) АЛУ (DD8) выполняет различные операции, представленные в табл. 30.

Двоичный код с выходов микросхемы DD8 подается на информационные входы D1 — D4 счетчика DD4, используемого также в качестве регистра-аккумулятора. Запись информации в RGAк осуществляется нажатием на кнопку SB4, в результате чего на вход предустановки S счетчика DD4 подается низкий уровень. После нажатия на кнопку SB4 результат выполнения операции высвечивают индикаторы HL1 — HL5 и цифровой дисплей HG1. Информацию с выхода переноса АЛУ (вывод 16) при выполнении арифметических операций индицируют светодиод HL1 и запятая индикатора HG1. Информация, записанная в ПЗУ, и соответствующие ей арифметические и логические операции указаны в табл. 24.

Учебная модель ЭВМ может быть выполнена в двух вариантах: в виде настольного стенда или демонстрационного планшета. На панели стенда наносят функциональную схему ЭВМ, размещают органы управления и индикации. Для демонстрации в классе модель изготовляют в виде планшета увеличенного размера. Вместо светодиодов целесообразно использовать лампы накаливания, а для индикации цифрового кода — индикатор КЛЦ202.

В качестве примера рассмотрим выполнение операции $\overline{A \wedge B}$ для операндов A=4 и B=13. Первоначально последовательными нажатиями на кнопку SB5 в регистр-аккумулятор заносят число 4. Содержимое RGAк индицирует цифровой дисплей HG1. Затем нажатием на кнопку SB2 заносят операнд A в регистр RGA. Последовательными нажатиями на кнопку SB5 набирают на цифровом дисплее число [ ] (16-ричный эквивалент числа 13) и нажатием на кнопку SB3 заносят его в регистр RGB. В соответствии с табл. 30 код операции $\overline{A \wedge B}$ равен 9. Нажатиями на кнопку SB5 вводят число 9 в регистр-аккумулятор RGAк, а затем, нажав на кнопку SB1, заносят его в регистр команд RGK.

Результат выполнения логической операции в двоичном коде подают на информационные входы регистра-аккумулятора. Нажатием на кнопку SB4 заносят информацию с выхода АЛУ в RGАк. Светодиоды HL2 — HL5 при этом индицируют двоичный код на выходе АЛУ, а цифровой дисплей — его 16-ричный эквивалент. Нетрудно показать, что индицируемый результат выполнения указанной логической операции при набранных операндах равен (b) $= (1011)_2$.

ДЛЯ СПОРТА, КАБИНЕТОВ ПРОФОРИЕНТАЦИИ

Люди отличаются друг от друга не только внешним видом, своеобразием мышления и различным подходом к решению задач, систематически возникающих в нашей повседневной деятельности. Каждый человек неповторим и наделен разнообразными способностями, учесть которые зачастую просто не представляется возможным. И все-таки изучение этих свойств приводит к выявлению типичных черт, которые характерны для отдельных групп. Известно [25, 27], какими свойствами должны быть наделены представители различных профессий, а также спортсмены, специализирующиеся в различных видах спорта. Так, для стрелков чрезвычайно важна «твердость руки», это же качество необходимо и для монтажников радиоаппаратуры. Необходимым качеством водителя транспорта является способность оперативно реагировать на сигналы светофора, иметь быструю реакцию, позволяющую избежать аварий в сложной дорожной обстановке.

В этом разделе описаны электронные устройства, которые могут найти применение в спорте и в кабинетах профориентации. Приборы позволяют выявлять способности человека к различного рода деятельности и определять пригодность к той или иной профессии. Они также помогают развивать определенные умения и навыки, необходимые для выполнения разнообразных профессиональных действий, занятий тем или иным видом спорта. Процесс испытаний в устройствах максимально автоматизирован, все приборы портативны и экономичны, результаты испытаний представлены в них в цифровой форме. Введение игровой ситуации и элемента соревновательности делает описанную аппаратуру пригодной для исследования школьников.

Рефлексометр «Цвет»

Цветовосприятие играет значительную роль в нашей жизни. Ежедневно мы сталкиваемся со множеством различных цветов и их сочетаний, например когда становимся пешеходами или водителями. Человек во многих случаях должен предпринимать действия, характер которых зависит от увиденного им цвета. Причем здесь важны как правильность принятия решения в ответ на определенный цвет, так и быстрота реакции.

Описываемый рефлексометр предназначен для оценки способности испытуемого быстро и правильно реагировать на различные цвета, обеспечивая при этом координацию движений пальцев рук. По сравнению с известными приборами аналогичного назначения [27] рефлексометр «Цвет» обладает расширенными функциональными возможностями: в нем обеспечена цифровая индикация результатов испытаний, предусмотрена защита от возможных нарушений правил испытаний со стороны испытуемого.

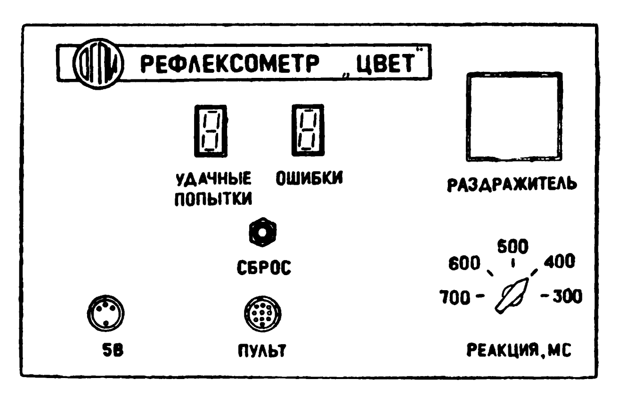


Рис 65. Передняя панель рефлексометра «Цвет»

На передней панели (рис. 65) расположено световое табло, которое периодически по случайному закону светится красным, желтым или зеленым цветом. Кроме этого, на панели расположены переключатель «Реакция, мс», задающий допустимое время реагирования, индикаторы удачных попыток (хорошего цветовосприятия при допустимой скорости реакции) и ошибок, кнопка «Сброс», разъемы для подключения источника питания и пульта испытуемого. На этом пульте смонтированы три кнопки красного, желтого и зеленого цвета.

Функциональная схема рефлексометра изображена на рис. 66. После включения устройства нажатием на кнопку «Сброс» обнуляют счетчики удачных попыток и ошибок, а индикаторы 1 и 2 высвечивают нули. Тактовый генератор вырабатывает импульсы с периодом предъявления раздражителя (2...3 с) и длительностью, равной интервалу допустимого реагирования. Фронтами этих

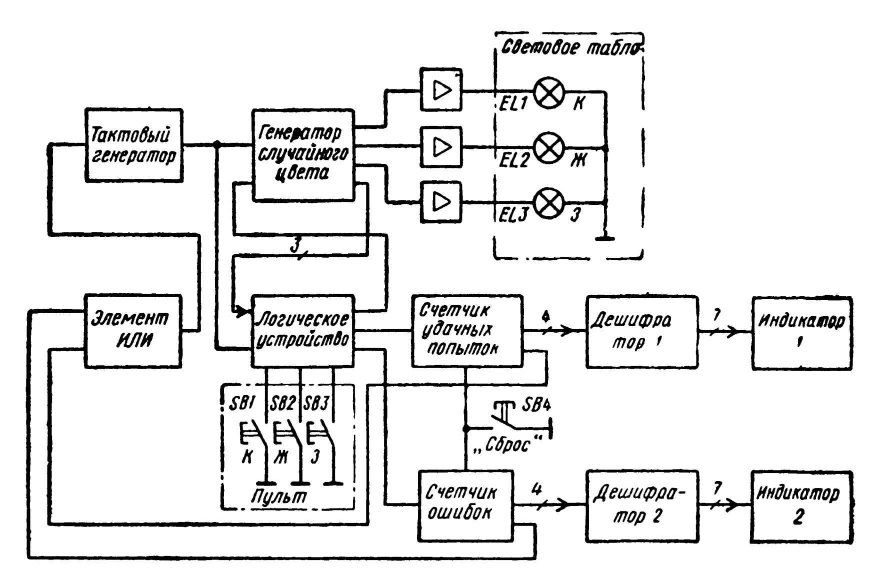


Рис. 66. Функциональная схема рефлексометра «Цвет»

импульсов запускается генератор случайного цвета, и табло периодически по случайному закону светится красным, желтым или зеленым цветом. Испытуемый должен, наблюдая свечение табло, возможно быстрее нажать кнопку того же цвета. Четкость действий и быстроту реакции определяет логическое устройство, которое фиксирует совпадение цвета раздражителя и нажатой кнопки, определяет уложился ли испытуемый в установленный интервал времени реакции, в случае удачной попытки (кнопка нажата безошибочно и вовремя) формирует короткий импульс, поступающий на вход счетчика удачных попыток. В случае ошибки (если цвет нажатой кнопки и предъявленного раздражителя не совпадает или нажатие выполнено с опозданием) логическое устройство формирует короткий импульс, подаваемый на вход счетчика ошибок, а при нажатии любой кнопки формирует импульс сброса, подаваемый на генератор случайного цвета, в результате чего табло гаснет и загорается только после поступления очередного тактового импульса.

После подачи импульса на вход счетчика удачных попыток или счетчика ошибок их выходной код увеличивается на 1. Соответственно увеличиваются показания индикаторов 1 и 2. Как только число удачных попыток или ошибок достигнет 9, элемент ИЛИ блокирует тактовый генератор и табло в последующем не светится. Испытания закончены. Для их возобновления следует нажать на кнопку «Сброс».

Принципиальная электрическая схема рефлексометра приведена на рис. 67. Тактовый генератор содержит вспомогательный генератор на элементах DD2.1 — DD2.3 (его частота около 10 Гц) делитель частоты на 10 (DD4) и одновибраторы DD5.1, DD5.2. Генератор случайного цвета содержит задающий генератор на элементах DD1.1 — DD1.3, счетчик DD3, логический элемент DD6.1, регистр с параллельной записью информации DD7.1, DD7.2, DD8.1, элементы DD12.1 — DD12.3 и устройство управления на триггере DD8.2. В состав логического устройства входят формирователь импульса нажатия на триггерах DD9.1, DD9.2, DD10.1 и логических элементах DD11.1 — DD11.4, DD14.1, дифференцирующая цепь C5, R15 и узел анализа ситуации на элементах DD13, DD12,4. DD1.4, DD14.2 и DD14.3. Счетчик DD16 — счетчик удачных попыток, а DD15 — счетчик ошибок. Блок индикации содержит дешифраторы DD17, DD18, индикаторы ошибок HG1 и удачных попыток HG2. Элемент DD6.2 обеспечивает блокировку тактового генератора, когда число удачных попыток или ошибок достигнет 9. Транзисторы VT1 — VT3 служат усилителями мощности, лампы HL1 — HL3 красного, желтого и зеленого цветов входят в световое табло.

После включения рефлексометра и нажатия на кнопку «Сброс» обнуляются счетчики DD15, DD16 и с выхода логического элемента DD6.2 на вывод 8 счетчика DD4 поступает высокий уровень, разрешающий работу делителя частоты. Временны́е диаграммы напряжений в различных точках тактового генератора изображены на рис. 68, а. Импульсы на выходе счетчика DD4 имеют период около 1 с и скважность 20. Фронтами импульсов с выхода делителя частоты запускается одновибратор DD5.1, который формирует импульсы длительностью $\tau_1=0,3...0,7$ с с шагом изменения длительности 100 мс и периодом повторения 1 с. На выходе одновибратора DD5.2, запускаемого импульсами с выхода одновибратора DD5.1, формируются короткие импульсы низкого уровня ($\tau_2\approx100$ мкс).

Генератор случайного цвета имеет три выхода, подключенных ко входам усилителей мощности. Частота задающего генератора DD1.1 — DD1.3 значи-

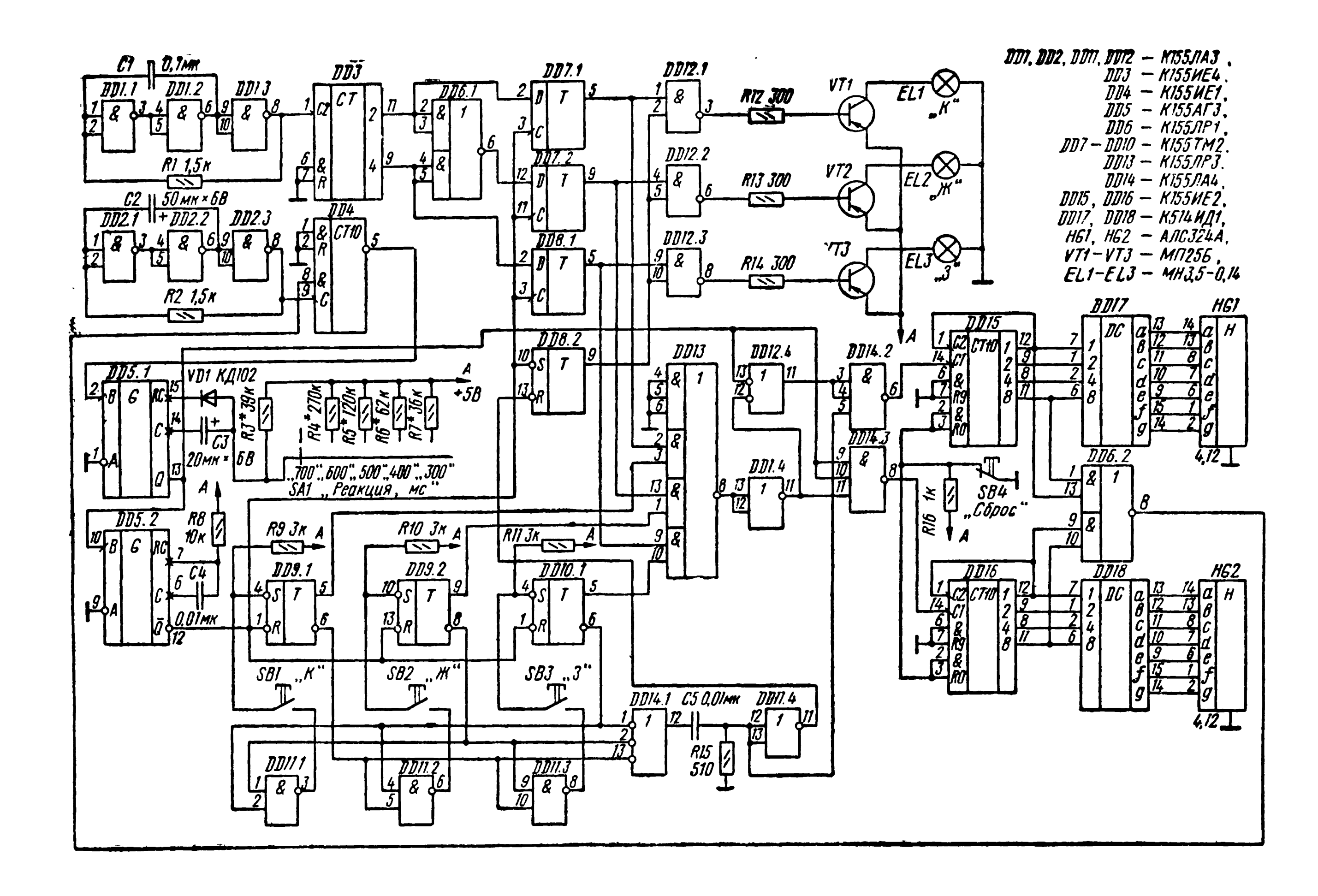

DD1, DD2, DD11, DD12 – К155ЛА3,
DD3 – К155ИЕ4,
DD4 – К155ИЕ1,
DD5 – К155АГ3,
DD6 – К155ЛР1,
DD7 – DD10 – К155ТМ2,
DD13 – К155ЛР3,
DD14 – К155ЛА4,
DD15, DD16 – К155ИЕ2,
DD17, DD18 – К514ИД1,
HG1, HG2 – АЛС324А,
VT1 – VT3 – МП25Б,
EL1 – EL3 – МН3,5-0,14
C1 0,1мк
R1 1,5к
C2 50мк × 6В
R2 1,5к
VD1 КД102
C3 20мк × 6В
R3* 39к
R4* 270к
R5* 120к
R6* 62к
R7* 36к
+5В
„700", „600", „500", „400", „300"
SA1 „Реакция, мс"
R8 10к
C4 0,01мк
R9 3к
R10 3к
R11 3к
SB1 „К"
SB2 „Ж"
SB3 „З"
C5 0,01мк
R15 510
R12 300
R13 300
R14 300
EL1 „К"
EL2 „Ж"
EL3 „З"
R16 1к
SB4 „Сброс"

Рис. 67. Принципиальная схема рефлексометра «Цвет»

тельно больше частоты тактового генератора и некратна ей. Каждому состоянию счетчика DD3 соответствует высокий уровень на одном из входов регистра DD7.1, DD7.2, DD8.1 (рис. 68, б). Информация в регистр записывается по фронту импульса с выхода одновибратора DD5.2. Одновременно триггер DD8.2 устанавливается в состояние 1, и на выходе одного из элементов DD12.1 — DD12.3 формируется низкий уровень. Включается лампа соответствующего цвета. Так как частоты задающего и тактового генераторов некратны, то предъявление раздражителя каждого цвета является случайным.

Задача испытуемого — возможно быстрее нажать на кнопку того же цвета, что и включенная лампа. Поскольку на всех входах элементов DD11.1 — DD11.3 действует высокий уровень с инверсных выходов триггеров DD9.1, DD9.2, DD10.1, то на выходах элементов формируется уровень логического 0. В результате при нажатии на любую из кнопок SB1 — SB3 соответствующий триггер устанавливается в состояние 1. Если, например, нажата кнопка SB2, то в состояние 1 устанавливается триггер DD9.2. За счет подачи низкого уровня с инверсного выхода этого триггера на входы элементов DD11.1 и DD11.3 на их выходах формируется высокий уровень, и последующие нажатия на кнопки SB1 и SB3 не изменят состояния RS-триггеров DD9.1 и DD10.1. Установка триггеров в нулевое состояние производится очередным импульсом с выхода одновибратора DD5.2 (одновременно с предъявлением очередного цвета).

Пока испытуемый не нажмет на кнопку, на все входы элемента DD14.1 поступает высокий уровень. После нажатия на любую из кнопок SB1 — SB3 с инверсного выхода соответствующего RS-триггера на вход элемента DD14.1 приходит низкий уровень. При перепаде напряжения на выходе элемента DD14.1 дифференцирующая цепь C5, R15 формирует короткий импульс высокого уровня, поступающий на вход элемента DD14.2. Нетрудно видеть, что если нажата кнопка того же цвета, что и раздражитель, то на выходе элемента DD13 формируется низкий уровень, если другого — высокий. В случае, когда испытуемый нажал на кнопку нужного цвета и сделал это в течение интервала τ_1 (длительности импульса одновибратора DD5.1), на выходе элемента DD14.3 возникает отрицательный перепад напряжения, увеличивающий на 1 вы-

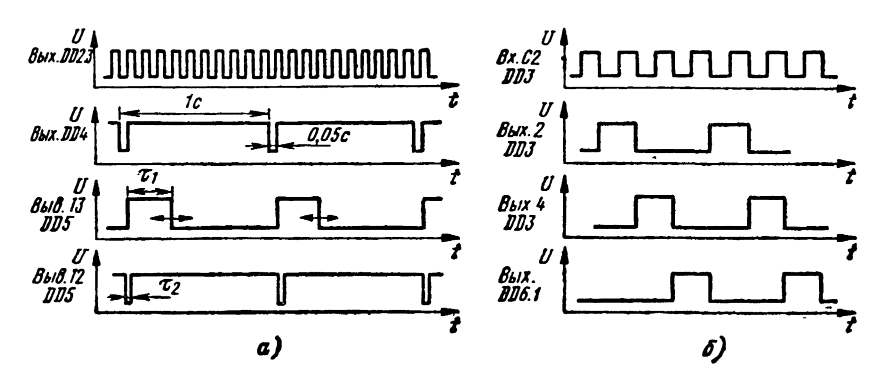


Рис. 68. Временные диаграммы напряжений

ходной код счетчика DD16, а значит, и показания индикатора HG2. Если же нажатие кнопки произошло по истечении допустимого времени реагирования (при низком уровне на выходе одновибратора DD5.1) или нажата кнопка другого цвета, то на выходе элемента DD14.2 формируется импульс низкого уровня, увеличивающий на 1 выходной код счетчика ошибок DD15 и показания индикатора HG1. Кроме того, при нажатии на любую из кнопок SB1 — SB3 отрицательный импульс с выхода элемента DD11.4 устанавливает триггер DD8.2 в состояние 0 и световое табло гаснет. Новое предъявление раздражителя происходит по фронту очередного тактового импульса.

Как следует из вышеизложенного, при каждом нажатии на кнопки SB1 — SB3 показания индикаторов HG1 и HG2 меняются с нарастающим итогом. Как только двоичный код на выходе одного из счетчиков DD15 или DD16 станет равным 1001 (двоичный эквивалент числа 9), на выходе элемента DD6.2 возникнет низкий уровень, запрещающий работу счетчика DD4. Поэтому подача тактовых импульсов на одновибратор DD5.1 прекращается, и табло в последующем не светится. Испытания завершены. Для их возобновления следует нажать кнопку «Сброс».

В описанном рефлексометре есть определенный недостаток. Так, если при предъявлении очередного цветового сигнала испытуемый не нажмет на какую-нибудь кнопку, ошибка ему не засчитывается. Попробуйте сами изменить схему логического устройства, чтобы ввести дополнительное штрафование очком за такие «пропуски».

Рефлексометр «Комбинация»

Прибор позволяет оценивать способность испытуемого выделять напередзаданную комбинацию из трех сигналов, а также дать оценку скорости реакции на появление указанной комбинации.

На передней панели прибора (рис. 69) находятся три светодиода, которые включаются в различных комбинациях по случайному закону. Кроме того, на панели расположены два переключателя: «Комбинация», определяющий комбинацию световых сигналов, на которую следует отреагировать испытуемому, и «Реакция, мс» — задающий допустимое время реакции. Цифровые индикаторы «Ошибки» и «Удачные попытки» показывают результаты испытаний. На перед-



Рис. 69. Передняя панель рефлексометра «Комбинация»

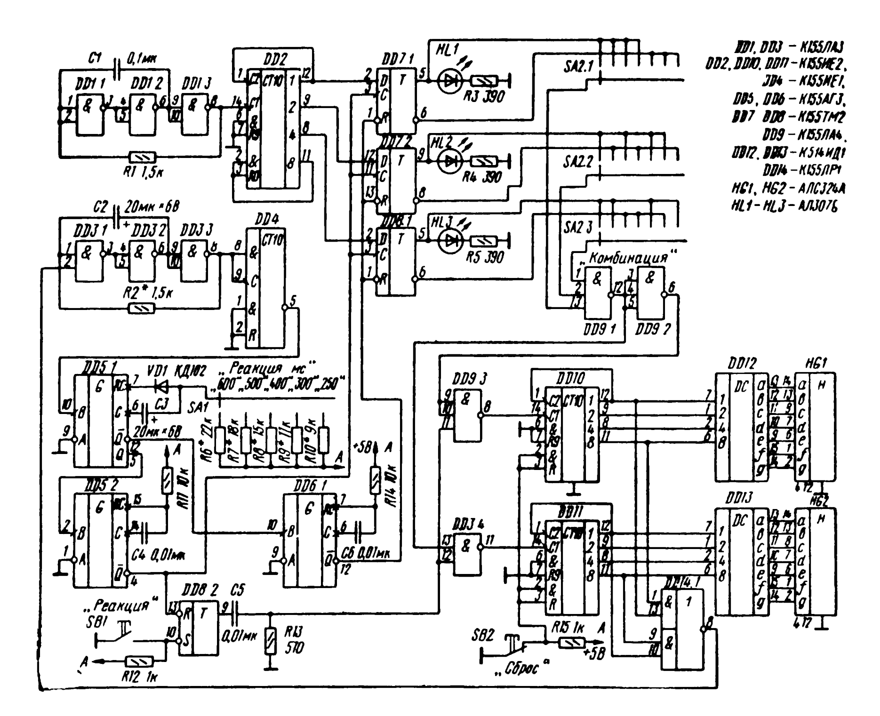


Рис 70 Принципиальная схема рефлексометра «Комбинация»

ней панели установлены разъемы для подключения пульта испытуемого и источника питания, а также кнопка «Сброс».

После нажатия на кнопку «Сброс» обнуляются показания индикаторов и светодиоды-раздражители начинают включаться по случайному закону в различных комбинациях. Задача испытуемого — возможно быстрее нажать на кнопку «Реакция» на своем пульте после появления комбинации световых сигналов, заданной переключателем «Комбинация». Если нажатие выполнено при указанной комбинации и испытуемый уложился при этом в допустимое время реакции — попытка считается удачной, а испытуемый получает выигрышное очко. Если же он нажал на кнопку «Реакция» при другой комбинации световых сигналов или с опозданием — попытка неудачна, а испытуемый получает «штрафное» очко. Испытания продолжаются до тех пор, пока число удачных попыток или ошибок не достигнет 9.

Принципиальная схема рефлексометра изображена на рис. 70 [35], временные диаграммы напряжений в характерных точках устройства приведены на рис. 71. Рефлексометр содержит тактовый генератор, собранный на элементах DD3.1 — DD3.3, счетчике DD4 и одновибраторе DD5.1, генератор случайных комбинаций, реализованный на элементах DD1.1 — DD1.3, счетчике DD2, триггерах DD7.1, DD7.2, DD8.1 и одновибраторах DD5.2, DD6.1, преобразователь кода, содержащий переключатель SA2 и элемент DD9.1, формирователь импульсов нажатия на триггере DD8.2 и дифференцирующей цепи C5R13, логическое устройство на элементах DD9.2, DD9.3, DD3.4, счетчики удачных попыток DD10 и ошибок DD11, блок индикации, содержащий дешифраторы DD12, DD13 и

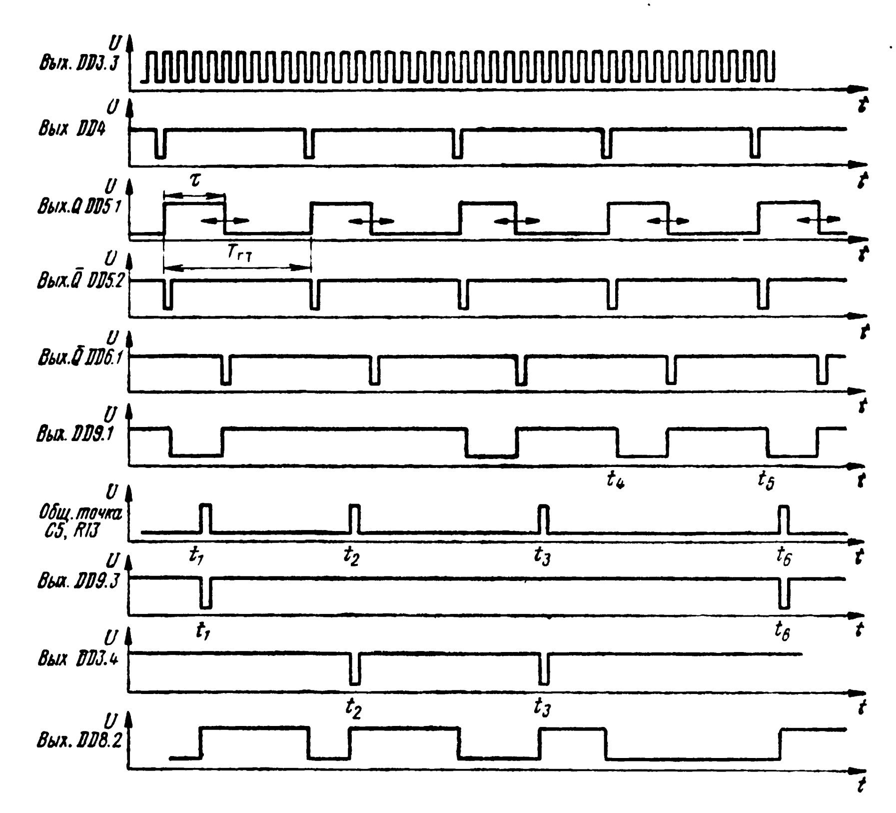


Рис. 71. Временные диаграммы напряжений

индикаторы HG1, HG2, узел блокировки на элементе DD14.1. Генератор тактовых импульсов, блоки регистрации результатов испытаний и индикации такие же, как в рефлексометре «Цвет».

После нажатия на кнопку SB2 «Сброс» обнуляются счетчики DD10, DD11 и индикаторы удачных попыток HG1 и ошибок HG2 высвечивают нули. Высокий уровень, поданный с выхода элемента DD14.1 на нижний по схеме вход элемента DD3.1, разрешает работу генератора на элементах DD3.1 — DD3.3. Счетчик DD4 делит частоту генератора в 10 раз. Фронтами импульсов с выхода счетчика DD4 запускается одновибратор DD5.1, на выходе которого формируются тактовые импульсы длительностью $\tau = 250...600$ мс с периодом повторения около 1 с. Длительность тактовых импульсов определяется положением переключателя SA1. По фронту и срезу тактовых импульсов одновибраторы DD5.2, DD6.1 формируют короткие отрицательные импульсы.

Частота вспомогательного задающего генератора на элементах DD1.1 — DD1.3 много выше частоты тактовых импульсов, и поэтому за период тактовых импульсов счетчик DD2 многократно переполняется. Так как частоты тактового и задающего генераторов некратны, то в моменты прихода импульсов синхронизации с одновибратора DD5.2 на входы C регистра с параллельной записью DD7.1, DD7.2, DD8.1 код на входах D указанных триггеров является

случайным. В результате по приходу каждого импульса синхронизации на светодиодах HL1 — HL3 высвечивается по случайному закону одна из семи возможных комбинаций раздражителей. Одновременно триггер DD8.2 устанавливается в состояние 0. Регистр обнуляется отрицательными импульсами с выхода одновибратора DD6.1, совпадающими со срезом тактового импульса. В результате время свечения светодиодов равно длительности τ тактовых импульсов, задаваемой переключателем SA1.

Если выбранная переключателем SA2 комбинация световых сигналов (на которую следует реагировать) совпала с той, которую высветили светодиоды HL1 — HL3, то на выходе элемента DD9.1 преобразователя кода формируется отрицательный импульс длительностью τ, а при появлении других комбинаций напряжение на выходе элемента DD9.1 имеет высокий уровень. Появление импульсов на выходе преобразователя кода случайно.

Рассмотрим возможные варианты, которые могут возникнуть в процессе испытаний. При реакции игрока нажатием на кнопку SB1 «Реакция» триггер DD8.2 переключается в состояние 1 и на выходе дифференцирующей цепи C5R13 формируется короткий импульс высокого уровня. По фронту тактового импульса триггер DD8.2 вновь устанавливается в нулевое состояние. Таким образом, за период тактовых импульсов может быть сформирован лишь один импульс нажатия. Выход дифференцирующей цепи соединен с одним из входов каждого из элементов DD9.3 и DD3.4. Если нажатие выполнено испытуемым во время предъявления заданной переключателем SA2 комбинации раздражителей (момент t_1), то на выходе элемента DD9.3 формируется импульс низкого уровня, увеличивающий на 1 выходной код счетчика удачных попыток DD10. В дальнейшем при каждой удачной попытке (например, в момент t_6) код на выходе счетчика DD10 будет возрастать на 1.

Если же нажатие кнопки SB1 произошло в момент, когда была предъявлена комбинация световых сигналов, отличная от заданной (момент t_2), или испытуемый нажал кнопку с опозданием (момент t_3), на выходе элемента DD3.4 формируются импульсы низкого уровня, каждый из которых увеличивает на 1 код на выходе счетчика ошибок DD11. В дальнейшем содержимое счетчика DD11 увеличивается на 1 при каждой неудачной попытке. Однако, если на интервале $t_4...t_5$, когда была предъявлена заданная комбинация раздражителей, испытуемый на нее никак не отреагировал, то в описываемом варианте прибора ошибка ему не засчитывается. Испытания продолжаются до тех пор, пока число удачных попыток или ошибок не достигнет 9. В этом случае низкий уровень с выхода элемента DD14.1 блокирует работу генератора на элементах DD3.1 — DD3.3 и дальнейшего предъявления световых сигналов не происходит. Для возобновления испытаний необходимо повторно нажать на кнопку «Сброс».

Если усложнить условия испытаний и ввести штрафование не только за ошибочные нажатия на кнопку «Реакция», но и за «пропуски», то логическое устройство следует выполнить по схеме, изображенной на рис. 72, а. Временные диаграммы напряжений на выходах элементов логического устройства представлены на рис. 72, б. Как уже отмечалось, попытка считается удачной, если импульс нажатия на выходе дифференцирующей цепи формируется в течение времени τ, когда на выходе преобразователя кода DD9.1 действует низкий уровень (моменты t_1, t_8). Импульсы с выхода Q одновибратора DD5.2 перед каждым предъявлением комбинации раздражителей устанавливают триггеры DD15.1, DD16.1 в нулевое, а триггер DD15.2 — в единичное состояние. Поэтому

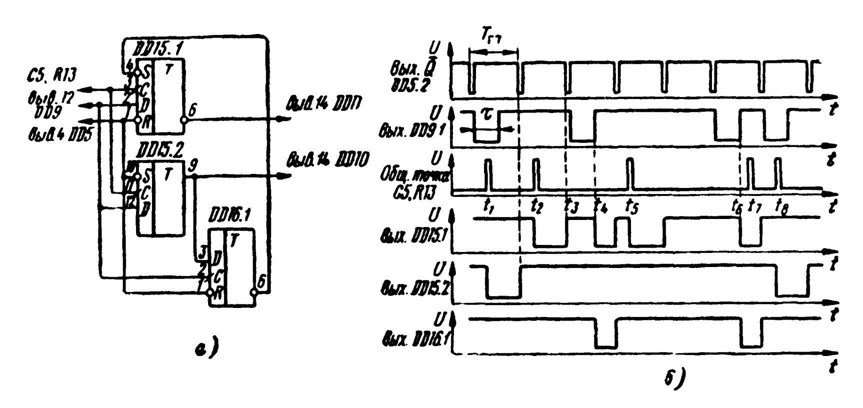


Рис. 72. Логическое устройство:
а — принципиальная схема; б — временные диаграммы напряжений

с поступлением на С-вход триггеров DD15.1 и DD15.2 импульсов нажатия в моменты t_1 и t_8 эти триггеры устанавливаются в состояние 0. Информация на инверсном выходе триггера DD15.1 при этом не меняется, а при прямом выходе триггера DD15.2 появляются отрицательные перепады напряжения, подсчитываемые счетчиком удачных попыток DD10. Число удачных попыток показывает индикатор HG1.

Рассмотрим случаи, когда испытуемому засчитывают неудачные попытки. В моменты t_2 и t_5 предъявляются комбинации световых сигналов, не совпадающие с комбинацией, заданной переключателем SA2. При этом по фронту импульса нажатия (моменты t_2, t_5) триггер DD15.1 переключается в единичное состояние, а с приходом следующего тактового импульса — снова в нулевое. Информация на выходах триггеров DD15.2 и DD16.1 в этом случае не меняется. Если при предъявлении заданной комбинации раздражителей испытуемый нажал на кнопку SB1 с опозданием (момент t_1), то по фронту импульса преобразователя кода (момент t_6) триггер DD16.1 переключается в состояние 1 и низкий уровень с его инверсного выхода устанавливает триггер DD15.1 в состояние 1 (момент t_6), а затем по приходу тактового импульса триггеры DD15.1 и DD16.1 переключаются в нулевое состояние.

И, наконец, еще одна ситуация, когда в течение периода тактовых импульсов, следующего за моментом t_3, испытуемый вообще не нажал на кнопку, хотя и была предъявлена заданная комбинация световых сигналов. Тогда в момент t_4 триггер DD16.1 устанавливается в единичное состояние, низкий уровень с его инверсного выхода переводит триггер DD15.1 в состояние 1, которое он сохраняет до поступления очередного тактового импульса. Все отрицательные перепады на выходе триггера DD15.1 подсчитывает счетчик ошибок DD11, число ошибок показывает индикатор HG2. Отрицательные перепады с выхода триггера DD15.2 поступают на вход счетчика удачных попыток DD10, их число отображается индикатором HG1.

В заключение следует отметить возможность модернизации рефлексометра в игровой автомат (условно назовем его «Охота»). Пусть на передней панели прибора изображены три зайца, на груди у которых расположены светодиоды HL1 — HL3. Переключатель SA2 может быть исключен, а выходы триггеров

DD7.1, DD7.2, DD8.1 подключены к выводам 1, 2, 13 элемента DD9.1. Кнопку SB1 на пульте игрока — охотника будем называть «Выстрел». «Стрелять» (нажимать на кнопку SB1) надо только в том случае, когда одновременно вспыхивают все три светодиода, расположенные на груди зайцев. Тогда после нескольких «выстрелов» индикатор HG1 покажет число попаданий, а индикатор HG2 — число промахов. Использование игрового автомата предпочтительно при проведении электронной игротеки с младшими школьниками.

Рефлексометр «Реакция»

Прибор предназначен для интегральной оценки скорости реакции испытуемого на световой и звуковой раздражители. На передней панели прибора (рис. 73) расположены светодиод-раздражитель, индикаторы числа ошибок и среднего времени реакции, переключатель выбора раздражителя «Свет — Звук», переключатель «16—32», определяющий число предъявлений раздражителя в цикле испытаний, кнопки «Сброс» и «Реакция».

После нажатия на кнопку «Сброс» обнуляются показания всех индикаторов. Затем по случайному закону либо включается светодиод, либо слышится тональный сигнал. Задача испытуемого — при каждом предъявлении раздражителя возможно быстрее нажать на кнопку «Реакция». По окончании цикла испытаний (16 или 32 предъявления раздражителя) на табло индицируются среднее время реакции и число ошибок. Ошибкой считается нажатие на кнопку «Реакция» в отсутствие раздражителя. Для возобновления испытаний необходимо нажать на кнопку «Сброс».

Функциональная схема рефлексометра изображена на рис. 74. Задающий генератор вырабатывает импульсные последовательности с частотами 1 Гц и

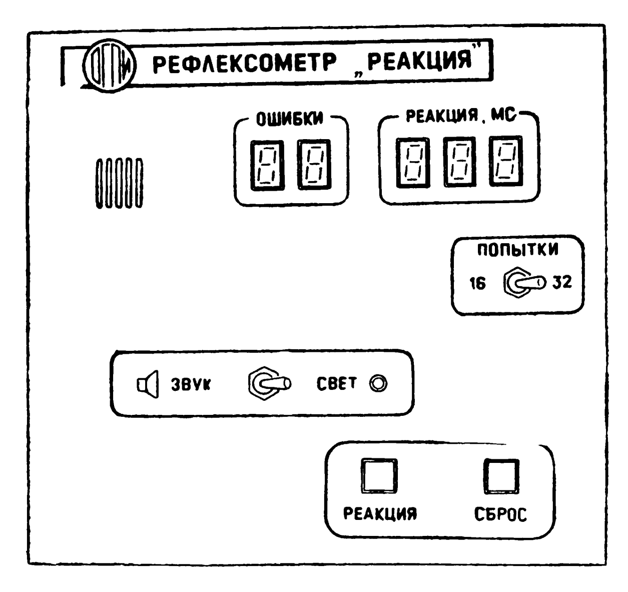


Рис. 73. Передняя панель рефлексометра «Реакция»

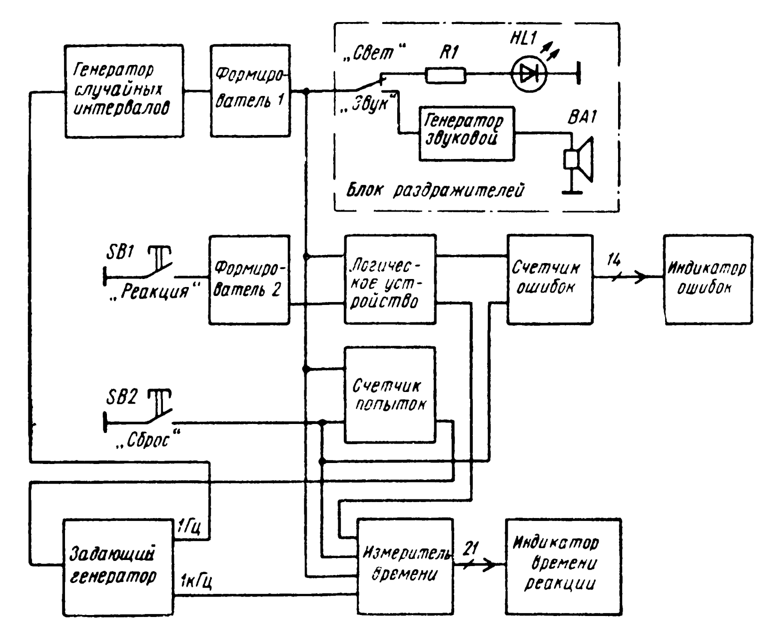


Рис. 74. Функциональная схема рефлексометра «Реакция»

1 кГц. Первая из них запускает генератор случайных интервалов, который формирует импульсы длительностью 1 с с интервалами между ними 4, 5, 6 или 7 с. Формирование импульсов с каждым из указанных интервалов равновероятно. На выходе формирователя 1 появляются импульсы длительностью $\tau \approx 0{,}6$ с. В течение этого времени звучит сигнал или включается светодиод. По фронту импульса с выхода формирователя 1 запускается измеритель времени. В момент нажатия кнопки «Реакция» с выхода формирователя 2 на вход логического устройства поступает короткий импульс высокого уровня. Логическое устройство определяет, совпал ли по времени импульс на выходе формирователя 2 с импульсом формирователя 1. При их совпадении импульс с нижнего по схеме выхода логического устройства останавливает измеритель времени. Если же испытуемый нажал на кнопку «Реакция» с упреждением (до появления светового или звукового сигнала), то измеритель времени продолжает считать импульсы с периодом 1 мс в течение всего времени последующего предъявления раздражителя.

Аналогичному «штрафу» подвергается испытуемый, если на интервале между очередными предъявлениями раздражителя он вообще не нажал на кнопку «Реакция», т. е. не среагировал во время предъявления раздражителя и не сделал этого с упреждением. Такое «наказание» представляется оправданным, поскольку длительность действия раздражителя более чем в 2 раза превышает среднее время одиночной реакции, определенное в процессе экспериментальных исследований. С верхнего выхода логического устройства на вход счетчика ошибок поступают импульсы при каждом нажатии на кнопку «Реакция» во время паузы между появлениями раздражителя. Число предъявлений раздражителя считает счетчик попыток. Когда это число достигнет заданного значе-

ния, на выходе счетчика попыток появляется высокий уровень, блокирующий работу задающего генератора. Испытания закончены. Число ошибок в среднее время реакции показывают соответствующие индикаторы.

Принципиальная схема рефлексометра изображена на рис. 75. Задающий генератор реализован на микросхеме DD2 и кварцевом резонаторе ZQ1. Генератор случайных интервалов содержит вспомогательный генератор на элементах DD1.1, DD1.2, счетчик DD3.1 с коэффициентом пересчета 4, реверсивный счетчик DD5 и инвертор DD4.1. На триггере DD6.1 собран первый формирователь импульсов. В блок раздражителей входят элементы DD4.3, DD9.2, DD9.3, транзисторы VT1 — VT3, светодиод HL1 и динамическая головка BA1. На триггерах DD8.1 и DD10.1 выполнен второй формирователь импульсов. Логическое устройство содержит триггеры DD8.2, DD10.2, DD11.1 и логические элементы DD1.4, DD9.1, DD9.4. Измеритель времени собран на счетном триггере DD11.2 и счетчиках DD3.2, DD14 — DD16. На счетчиках DD7.1, DD7.2 и логических элементах DD4.2, DD4.4 реализован счетчик попыток, а на микросхемах DD12, DD13 — счетчик ошибок. Индикация среднего времени реакции, затраченного испытуемым на одну попытку, осуществляется индикаторами HG3 — HG5, а индикация числа ошибок — индикаторами HG1, HG2.

Перед началом испытаний переключателями SA1 и SA2 устанавливают требуемый режим. После включения рефлексометра и нажатия на кнопку SB2 «Сброс» обнуляются счетчики DD2, DD7.1, DD7.2, DD3.2, DD12 — DD16, триггеры DD8.2, D10.2, DD11.1 устанавливаются в нулевое состояние. Индикаторы HG1 — HG5 высвечивают нули. Испытания начинают после отпускания кнопки «Сброс».

При этом запускается задающий генератор на микросхеме DD2, которая содержит также делитель частоты с коэффициентом деления 2^{15}. На выходах делителя формируются импульсные последовательности с частотами 1 Гц (выход 15) и 1024 Гц (выход 5). Первая из них поступает на счетный вход реверсивного счетчика DD5, работающего в режиме вычитания. При появлении низкого уровня на выходе переноса этого счетчика (вывод 7) запускается формирователь на триггере DD6.1, на прямом и инверсном выходах которого формируются соответственно положительные и отрицательные импульсы длительностью $\tau \approx 0{,}6$ с. В течение времени τ либо светит светодиод HL1 (переключатель SA1 в положении «Свет»), либо работает тональный генератор на элементах DD9.2, DD9.3 и динамическая головка воспроизводит звуковой сигнал. Импульс с выхода формирователя DD6.1 обеспечивает предустановку счетчика DD5. Так как вспомогательный генератор на элементах DD1.1, DD1.2 работает на частоте несколько килогерц, то за период тактовых импульсов счетчик DD3.1 многократно переполняется, а код на его выходе изменяется от 00 до 11. Частоты вспомогательного и задающего генераторов некратны, поэтому код на входах D1, D2 счетчика DD5 в моменты предустановки является случайным, а в счетчик равновероятного заносится код чисел 4, 5, 6 или 7. Диаграммы напряжений в характерных точках устройства изображены на рис. 76. При нажатии на кнопку SB1 «Реакция» на выходе триггера DD8.1 возникает положительный перепад напряжений, который запускает формирователь на триггере DD10.1 и на его выходе формируется короткий положительный импульс.

Если нажатие на кнопку SB1 совпадает с паузой между появлениями раздражителя (моменты t_2, t_9, t_{10}), когда напряжение на инверсном выходе формирователя DD6.1 имеет высокий уровень, то перепад на входе C установит триг-

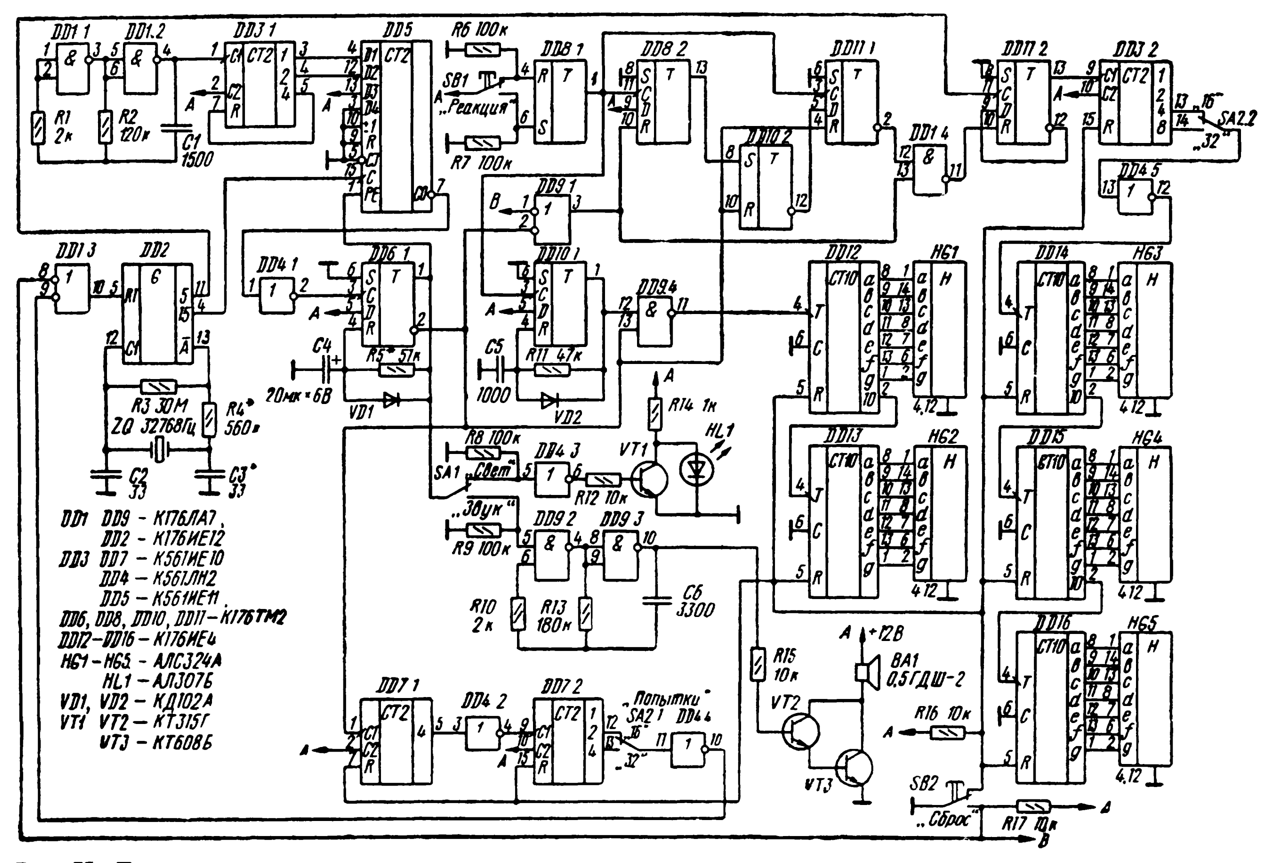


Рис. 75. Принципиальная схема рефлексометра «Реакция»

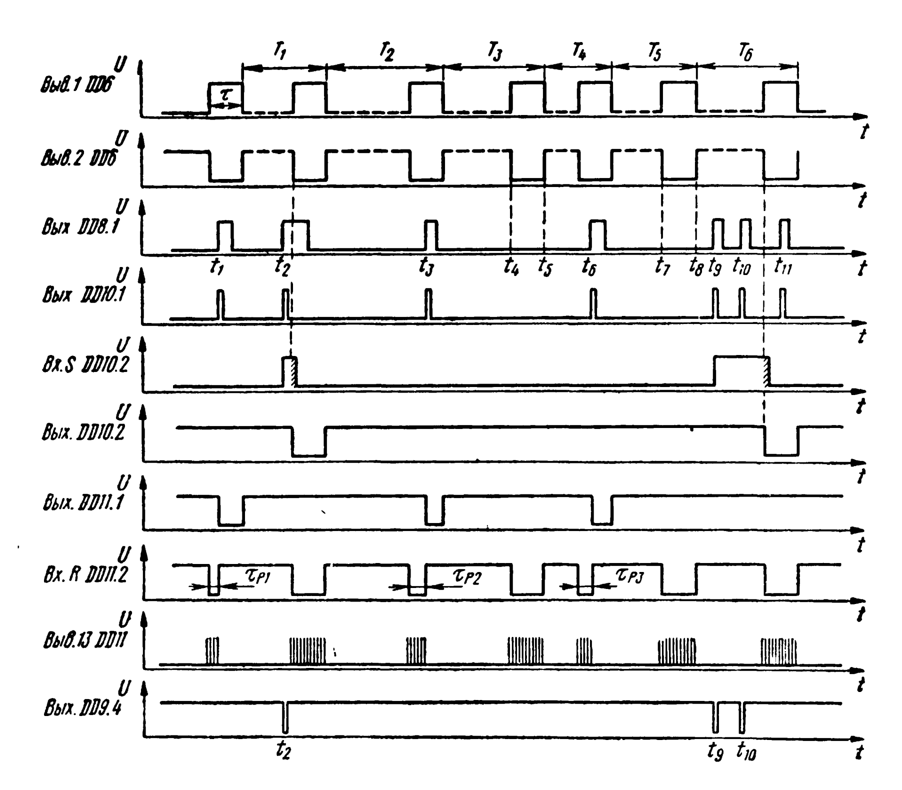


Рис. 76. Временные диаграммы напряжений

гер DD8.2 в единичное состояние, поскольку на входе R триггера действует в это время низкий уровень. Состояние триггера DD10.2 не изменится из-за подачи высокого уровня на вход R. Импульс высокого уровня с выхода триггера DD10.1 поступает на верхний по схеме вход элемента DD9.4. На его выходе формируется импульс низкого уровня, увеличивающий на 1 выходной код счетчика ошибок DD12, DD13 и соответственно показания индикаторов HG1, HG2.

Когда на выходе триггера DD6.1 формируется следующий импульс раздражителя, триггер DD10.2 переходит в единичное состояние, так как после появления низкого уровня на входе R триггера напряжение на входе S еще некоторое время (на диаграмме заштриховано) сохраняет высокий уровень. Это время определяется задержкой распространения сигнала в элементе DD9.1 и в триггере DD8.2. Триггер DD11.1 будет находиться в нулевом состоянии в течение интервала τ (длительности следующего импульса раздражителя) независимо от того, выполнит ли испытуемый в течение указанного интервала повторное нажатие на кнопку SB1, или не сделает этого. В результате в течение интервала τ на входе R счетного триггера DD11.2 действует низкий уровень, разрешающий счет импульсов тактового генератора с периодом 1 мс. Аналогичная ситуация возникает и в случае так называемого «пропуска», если на интервалах T_3 или T_5 испытуемый вообще не реагирует на появление раздражителя нажатием на кнопку «Реакция».

Если же нажатие на кнопку SB1 произошло во время предъявления раздражителя и «ранней реакции» при этом не было (моменты t_1, t_3, t_6), то триггер DD11.1 по фронту импульса с выхода триггера DD8.1 переключится в состояние 1, поскольку на вход D этого триггера подан высокий уровень с инверсного выхода триггера DD10.2. Высокий уровень с выхода элемента DD1.4 запрещает работу счетного триггера DD11.2. Таким образом, на R-вход триггера DD11.2 подается импульс низкого уровня, длительность $\tau_р$ которого равна интервалу времени между появлением раздражителя и моментом нажатия на кнопку «Реакция» во время действия раздражителя.

Число предъявлений раздражителя подсчитывает счетчик попыток DD7.1, DD7.2. После 16 предъявлений раздражителя на выходе 2 счетчика DD7.2 появляется высокий уровень, а после 32 предъявлений высокий уровень формируется на выходе 4 этого счетчика. В зависимости от положения переключателя SA2 после 16 или 32 попыток высокий уровень по входу R1 блокирует задающий генератор на микросхеме DD2, и дальнейшего предъявления раздражителя не происходит. Испытания завершены. Переключателем SA2 меняется также коэффициент деления делителя частоты на триггере DD11.2 и счетчике DD3.2; он принимает значения 16 или 32 соответственно числу попыток. В результате индикаторы HG3 — HG5 после окончания испытаний показывают среднее время реакции, затраченное испытуемым на одну попытку. Индикаторы HG1, HG2 отображают число ошибок, которое совершил испытуемый в цикле испытаний.

Для возобновления испытаний необходимо вновь нажать на кнопку SB2 «Сброс».

Рефлексометр «Ритм»

Прибор позволяет оценивать способность испытуемого ритмично реагировать на периодический световой или звуковой сигналы.

На передней панели рефлексометра (рис. 77) расположены светодиод-раздражитель, линейка из 16 светодиодов, цифровой индикатор времени испытаний, переключатель «Режим», определяющий периодичность и длительность предъявления раздражителя, разъемы для подключения пульта испытуемого и блока питания. Переключателем «Свет» — «Звук» выбирается тип раздражителя. На пульте испытуемого установлены две кнопки: «Сброс» и «Реакция».

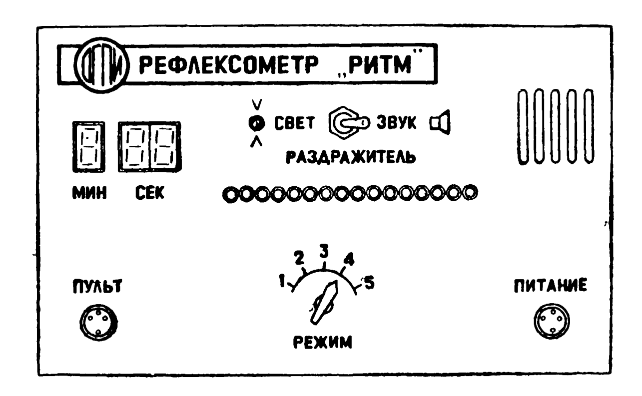


Рис. 77. Передняя панель рефлексометра «Ритм»

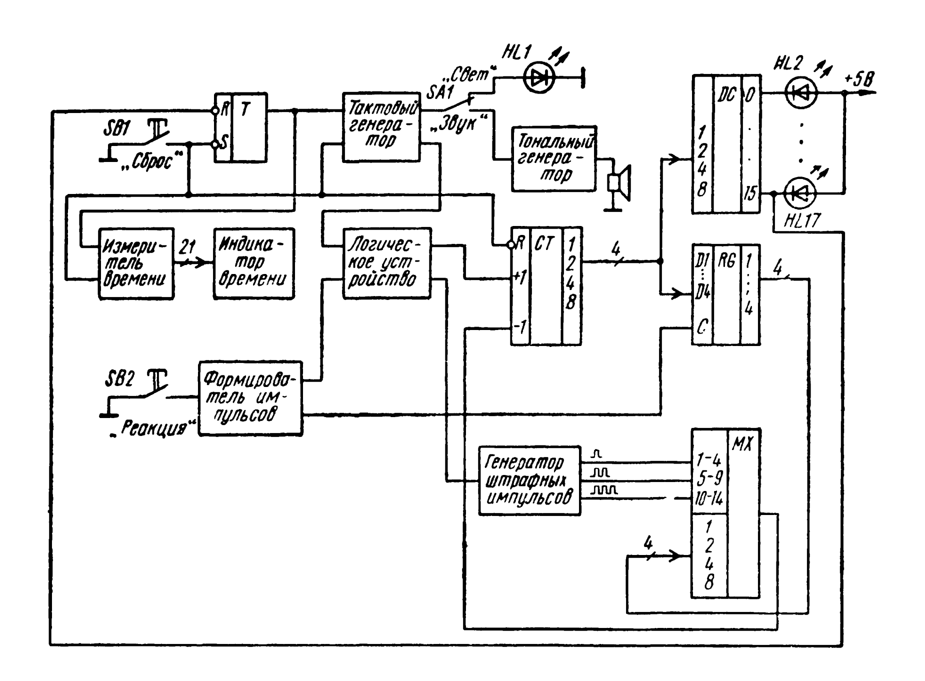
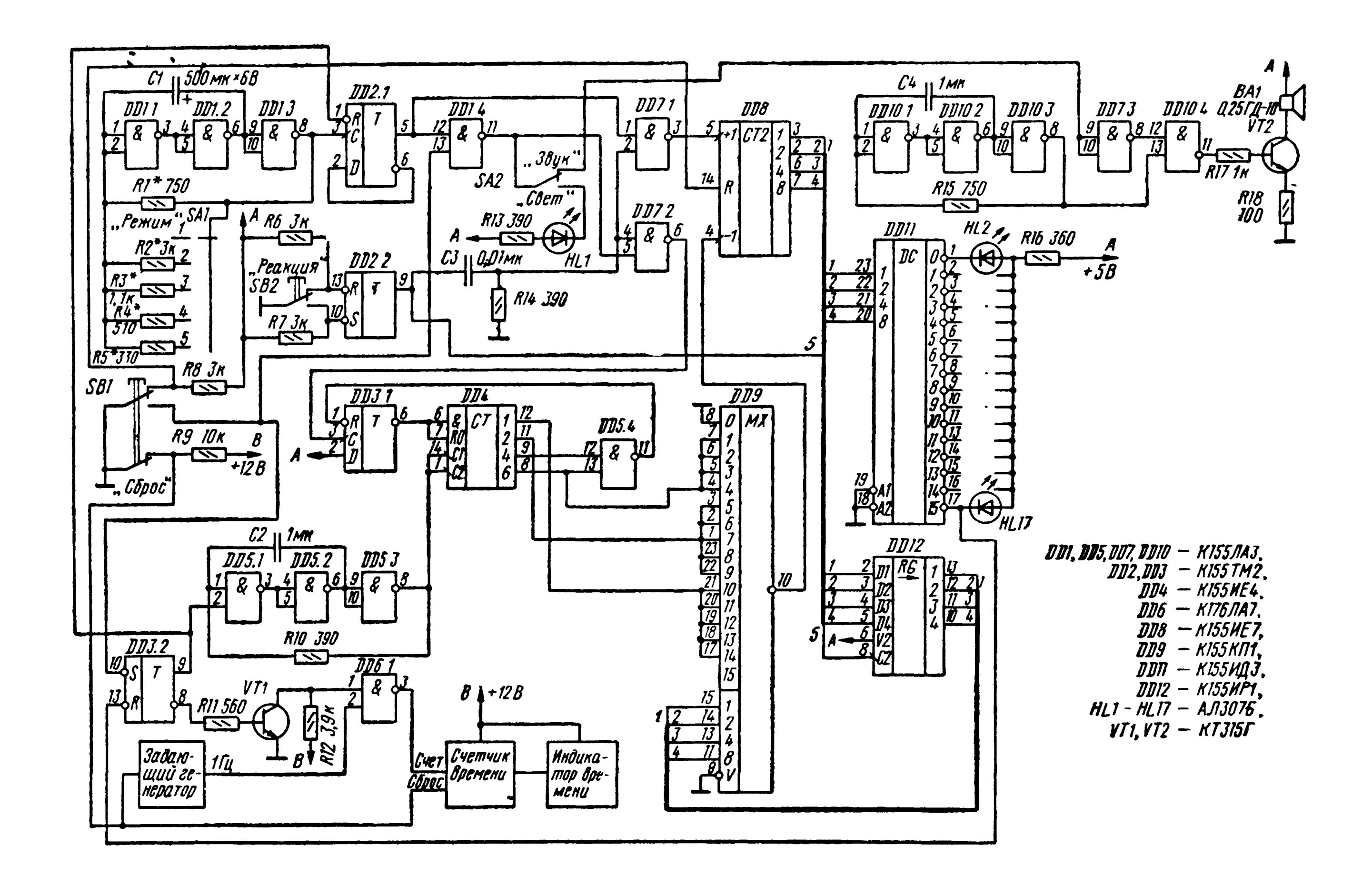


Рис. 78. Функциональная схема рефлексометра «Ритм»

Упрощенная функциональная схема прибора изображена на рис. 78 [36]. После нажатия на кнопку «Сброс» обнуляются реверсивный счетчик и измеритель времени, блокируется тактовый генератор, а RS-триггер устанавливается в единичное состояние. Индикатор времени высвечивает нулевые показания, включается первый светодиод HL2 линейки. Прибор готов к началу испытаний.

В момент отпускания кнопки «Сброс» запускаются измеритель времени и тактовый генератор. В зависимости от положения переключателя «Свет» — «Звук» либо периодически включается светодиод-раздражитель HL1, либо периодически звучит тональный сигнал в динамической головке. Задача испытуемого — нажимать на кнопку SB2 «Реакция» в такт с сигналом раздражителя. При нажатии на кнопку SB2 на верхнем по схеме выходе формирователя импульсов возникает короткий импульс высокого уровня, поступающий на вход логического устройства. На второй вход этого устройства поступают импульсы с тактового генератора. Если импульс формирователя совпал с полупериодом высокого уровня тактовых импульсов (в течение которого либо включается светодиод HL1, либо слышится тональный сигнал в динамической головке), то на верхнем выходе логического устройства формируется короткий импульс и содержимое счетчика увеличивается на 1. Из-за изменения кода на выходе дешифратора положение включенного светодиода в линейке смещается на одну позицию вправо.

Если же импульс формирователя совпал с паузой между тактовыми импульсами, то короткий импульс со второго выхода логического устройства запускает генератор «штрафных» импульсов и на трех его выходах формируется соответственно один, два или три импульса, поступающие на информационные


C1 500мк×6В
DD1.1
DD1.2
DD1.3
DD2.1
DD1.4
DD7.1
DD8
CT2
C4 1мк
DD10.1
DD10.2
DD10.3
DD7.3
DD10.4
BA1 0,25ГД-10
VT2
R1* 750
„Режим" SA1
R2* 3к
R3* 1,1к
R4* 510
R5* 330
R6 3к
„Реакция" SB2
R7 3к
DD2.2
„Звук"
SA2
„Свет"
R13 390
HL1
DD7.2
C3 0,01мк
R14 390
R15 750
R17 1к
R18 100
DD11
DC
HL2
R16 360
+5В
R8 3к
SB1
R9 10к
+12В
„Сброс"
DD3.1
DD4
CT
DD5.4
DD9
MX
HL17
DD12
RG
C2 1мк
DD5.1
DD5.2
DD5.3
R10 390
DD3.2
VT1
DD6.1
R11 560
R12 3,9к
B +12В
Задающий генератор
1Гц
Счет
Сброс
Счетчик времени
Индикатор времени
DD1, DD5, DD7, DD10 — К155ЛА3,
DD2, DD3 — К155ТМ2,
DD4 — К155ИЕ4,
DD6 — К176ЛА7,
DD8 — К155ИЕ7,
DD9 — К155КП1,
DD11 — К155ИД3,
DD12 — К155ИР1,
HL1 - HL17 — АЛ307Б,
VT1, VT2 — КТ315Г

входы мультиплексора. На адресные входы мультиплексора подается код с выхода регистра. В зависимости от двоичного кода на выходе регистра в момент нажатия на кнопку «Реакция» на вычитающий вход счетчика с выхода мультиплексора поступят один, два или три импульса, в результате чего положение включенного светодиода линейки сместится влево на одну, две или три позиции. Запись информации в регистр осуществляется после отпускания кнопки «Реакция» подачей на вход С импульса с нижнего выхода формирователя.

В рефлексометре обеспечен так называемый «дифференцированный штраф». Если в момент неудачной попытки включенный светодиод линейки занимал одну из позиций в пределах 2—5, то испытуемый «штрафуется» на одну позицию. Если позиция включенного светодиода была одной из группы 6—10, то «штраф» составляет уже две позиции, а при 11—15 — три позиции.

Испытания продолжают до тех пор, пока испытуемому удается «зажечь» последний светодиод линейки. В этом случае низкий уровень с выхода 15 дешифратора переключает триггер в состояние 0, блокируется тактовый генератор и предъявления раздражителя в последующем не происходит. Измеритель времени останавливается и индикатор показывает время, затраченное испытуемым на выполнение задания. По этому времени и оценивают способности испытуемого. Для возобновления испытаний необходимо вновь нажать на кнопку «Сброс».

Принципиальная схема рефлексометра изображена на рис. 79. Тактовый генератор собран на элементах DD1.1 — DD1.3, DD1.4 и триггере DD2.1, логическое устройство — на элементах DD7.1, DD7.2, а тональный генератор — на элементах DD10.1 — DD10.4, DD7.3. Триггер DD2.2 и дифференцирующая цепь C3R14 образуют формирователь импульсов. К выходам дешифратора DD11 подключены светодиоды HL2 — HL17 линейки. Генератор «штрафных» импульсов выполнен на элементах DD5.1 — DD5.4, триггере DD3.1 и счетчике DD4. Измеритель времени испытаний такой же, как в «Экзаменаторе-1». Он включает в себя задающий генератор секундных импульсов, счетчик времени и согласующее устройство на транзисторе VT1 и элементе DD6.1, необходимое при выполнении измерителя времени на микросхемах серии К176, обеспечивающих минимум аппаратурных затрат и высокую экономичность.

При нажатии на кнопку SB1 «Сброс» обнуляется реверсивный счетчик DD8, на дешифратор DD11 подается нулевой адрес и включается светодиод HL2 линейки. Кроме того, обнуляется счетчик времени, блокируется тактовый генератор, триггер DD3.2 устанавливается в единичное состояние и на верхний по схеме вход элемента DD6.1 подается высокий уровень. Если переключатель SA2 находится в положении «Свет», то светодиод-раздражитель HL1 гаснет, а если в положении «Звук» — то на вход инвертора DD7.3 подается высокий уровень и импульсы с тонального генератора на усилитель звуковой частоты не поступают. Одновременно запускается вспомогательный генератор DD5.1 — DD5.3.

После отпускания кнопки «Сброс» запускается тактовый генератор, разрешается работа счетчика времени и на его вход поступают импульсы с частотой 1 Гц. Начинается отсчет времени. Импульсы вида «меандр» с выхода тактового генератора поступают на верхний вход элемента DD7.1 и через инвертор DD1.4 на нижний вход элемента DD7.2. Частоту тактовых импульсов

Рис. 79. Принципиальная схема рефлексометра «Ритм»

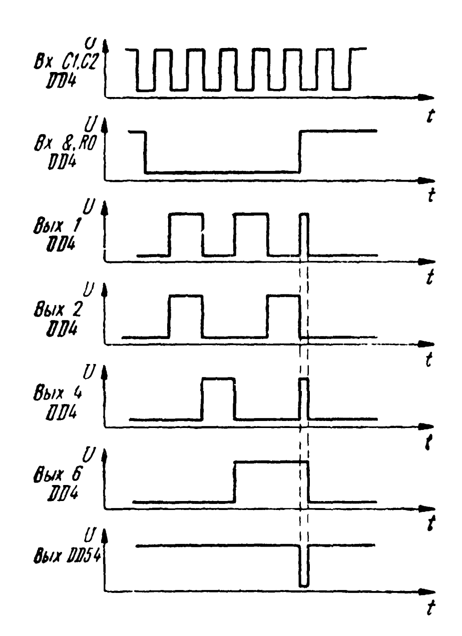


Рис 80 Временные диаграммы напряжений счетчика-распределителя

можно менять в пределах 1...3 Гц переключателем SA1 «Режим». В положительные полупериоды тактовых импульсов включается светодиод или слышится тон в динамической головке.

Как уже отмечалось, задача испытуемого — нажимать на кнопку SB2 «Реакция» во время действия указанных сигналов. При нажатии на эту кнопку триггер DD2.2 переключается в состояние 1 и на выходе дифференцирующей цепи C3R3 формируется короткий импульс высокого уровня, поступающий на входы элементов DD7.1 и DD7.2. Если этот импульс совпал с положительным полупериодом тактовых импульсов, то короткий импульс низкого уровня поступает на суммирующий вход счетчика DD8 и код на его выходе становится равным 0001. В результате низкий уровень появится на выходе 1 DD11 и загорится светодиод HL3. После опускания кнопки SB2 на прямом выходе триггера DD2.2 формируется отрицательный перепад, по которому содержимое счетчика DD8 перепишется в регистр DD12. В дальнейшем при каждом удачном нажатии на кнопку SB2 выходной код счетчика DD8 увеличивается на 1, а положение включенного светодиода в линейке смещается на одну позицию вправо.

Если же импульс с выхода формирователя поступит во время отрицательного полупериода тактовых импульсов, то на выходе элемента DD7.2 появится короткий отрицательный импульс, по фронту которого триггер DD3.1 установится в единичное состояние. Низкий уровень с инверсного выхода триггера разрешает работу счетчика-распределителя DD4, временные диаграммы напряжений на выводах которого изображены на рис. 80. Импульсы генератора DD5.1 — DD5.3 поступают на счетные входы C1, C2 счетчика DD4. После поступления пятого импульса на выходах 4 и 6 счетчика появится высокий уровень, в результате низкий уровень с выхода элемента DD5.4 устанавливается триггер DD3.1 в состояние 0, а счетчик DD4 обнуляется.

Как видно из рис. 80, на выходе 1 счетчика формируются три, на выходе 2 — два, а на выходе 6 — один импульс. На адресные входы мультиплексора DD9 подается код с выхода регистра DD12. Поэтому на вычитающий вход счетчика DD8 в случае неудачной попытки поступят один, два или три импульса в зависимости от кода на выходе счетчика DD8 и позиции включенного светодиода линейки в момент нажатия на кнопку SB2. В частности, если десятичный эквивалент кода на выходе счетчика DD8 равен 1—4, то на вычитающий вход поступает один «штрафной» импульс, если 5—9 — два импульса, а если 10—14 — три импульса. Как следствие, положение включенного светодиода линейки смещается влево на одну, две или три позиции.

После того как испытуемому удается «зажечь» последний светодиод HL17 линейки, низкий уровень с выхода 15 дешифратора DD11 переводит триггер DD3.2 в нулевое состояние. На верхний вход элемента DD6.1 поступает низкий уровень, и подача секундных импульсов задающего генератора на счетчик времени прекращается, а индикатор времени показывает время, затраченное испытуемым на выполнение задания. Триггер DD2.1 устанавливается в состояние 0, подача световых и звуковых сигналов прекращается. Одновременно блокируется вспомогательный генератор на элементах DD5.1 — DD5.3, поэтому последующие нажатия на кнопку «Реакция» не изменяют состояния светодиодов в линейке. Испытания завершены.

Тремориметр

Прибор предназначен для психофизиологических исследований, в частности для оценки так называемого тремора. Введите щуп с иглой на конце в узкое отверстие в металлической пластине и удерживайте его около минуты так, чтобы не касаться края отверстия. Или попробуйте провести щуп внутри лабиринта сложной конфигурации с узкой прорезью. Вы неизбежно коснетесь края отверстия или прорези лабиринта. Число касаний тем больше, чем меньше диаметр отверстия или ширина прорези. Причиной тому — едва уловимая дрожь рук (тремор). Чем более спокоен или менее утомлен человек, тем меньше тремор, а значит, меньше число касаний щупом края отверстия. И наоборот, чем больше тремор, тем более утомлен или раздражен человек. Измеряя тремор спортсменов до и после тренировки, можно выявить наиболее способных.

Треморометр позволяет измерять число касаний за 10 с и 1 мин. Кроме того, есть возможность решать и противоположную задачу — проверять двигательную реакцию. Для этого нужно ввести щуп в отверстие и постараться возможно большее число раз коснуться щупом края отверстия в течение заданного времени. Сравнение числа касаний до и после выполнения какой-либо работы позволяет судить о физических данных испытуемого.

В комплект устройства входит металлический планшет (рис. 81) с отверстиями различного диаметра и лабиринтами разнообразной конфигурации с раз-

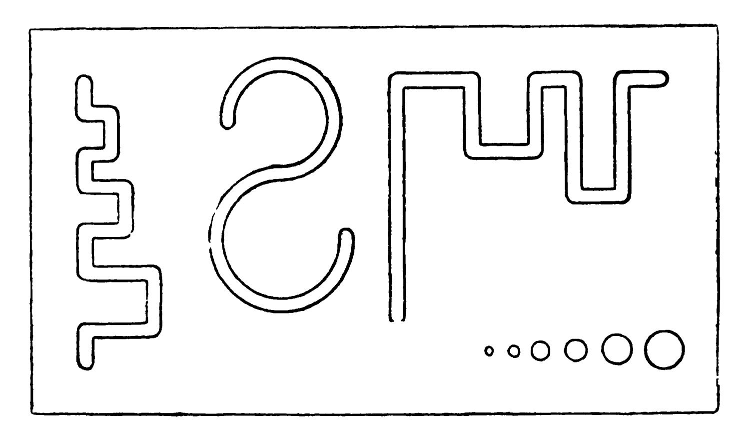


Рис. 81. Планшет треморометра

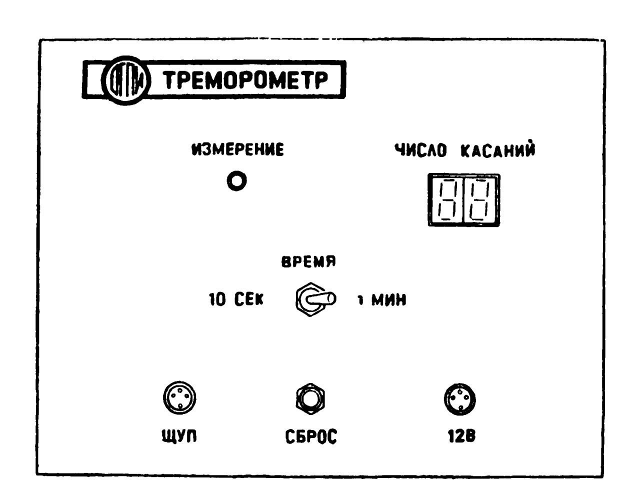


Рис. 82. Передняя панель треморометра

ной шириной прорези. Планшет соединяют гибким проводником с общим проводом прибора, щуп подключают к треморометру через разъем. Передняя панель прибора изображена на рис. 82. На ней находятся двухразрядный цифровой индикатор числа касаний, светодиод «Измерение», переключатель «Время», которым задают время испытаний, кнопка «Сброс», разъемы для подключения щупа и источника питания.

Принципиальная электрическая схема треморометра изображена на рис. 83 [42]. Прибор содержит тактовый генератор на элементах DD1.1 — DD1.4, узел защиты от «дребезга» контакта щупа с планшетом DD2.1, DD2.2, узел «штрафа» за длительное касание DD4.1, DD4.2, DD5.1, формирователь интервала счета DD8, DD3.3, DD3.4, DD9, DD5.2, счетчик числа касаний DD6, DD7, индикатор этого числа HG1, HG2, устройство согласования DD3.1, DD3.2.

Автомат, как уже отмечалось, считает число касаний щупом края отверстия на планшете. Но если с целью улучшения результата испытуемый попробует схитрить и, однократно коснувшись стенки лабиринта, сделает попытку провести щупом вдоль прорези, то приблизительно через каждые 0,5 с ему будет засчитываться за это штрафное касание [33].

Нажатием на кнопку SB1 «Сброс» перед началом испытаний блокируют задающий генератор DD8, обнуляют счетчики DD6, DD7, DD9. При этом триггер DD5.2 устанавливается в нулевое состояние, светодиод HL1 гаснет. После отпускания кнопки SB1 запускается задающий генератор и на его выводах 4 и 10 формируются импульсные последовательности с периодом 1 с и 1 мин соответственно. Разрешается работа счетчиков DD6, DD7, DD9, включается светодиод HL1, свидетельствующий о начале испытаний. Высокий уровень с выхода триггера DD5.2 разрешает прохождение импульсов с выхода элемента DD3.1 на вход счетчика касаний DD6, DD7. Тактовый генератор на элементах DD1.1 — DD1.4 вырабатывает импульсы с периодом около 15 мс, что несколько превышает длительность «дребезга».

До того момента, пока щуп не коснулся планшета, он находится под напряжением питания, и триггер DD2.1 устанавливается в состояние 1, а триггер

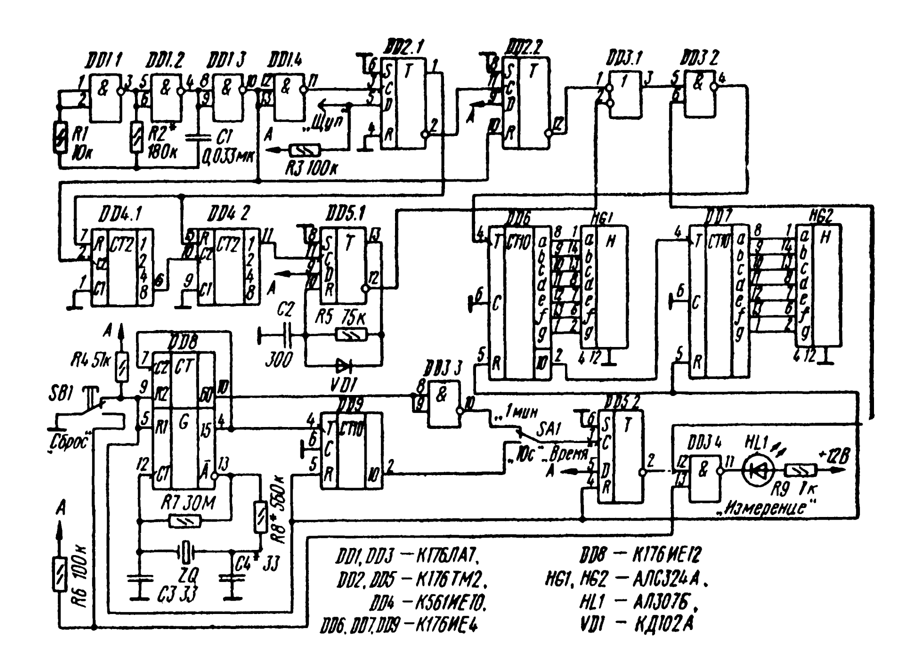


Рис. 83. Принципиальная схема треморометра

DD2.2 — в состояние 0. В результате на вход R счетчиков DD4.4, DD4.2 подается обнуляющий их высокий уровень. При касании щупом планшета по фронту тактового импульса триггер DD2.1 устанавливается в состояние 0, а триггер DD2.2 — в состояние 1. Как только напряжение на выходе тактового генератора примет низкий уровень, триггер DD2.2 переключится в состояние 0. Через элементы DD3.1 и DD3.2 сформированный импульс поступит на вход счетчика касаний DD6, DD7. Кроме того, при подаче нулевого уровня на входы R счетчиков DD4.1 и DD4.2 они начинают считать импульсы тактового генератора.

Если длительность касания превышает 480 мс (32 периода тактовых импульсов), то на выходе счетчика DD4.2 возникает положительный перепад напряжения, по которому на выходе формирователя DD5.1 возникает короткий отрицательный импульс. Эти импульсы будут повторяться каждые 480 мс в течение всего времени непрерывного контакта щупа с планшетом. Импульсы с выхода формирователя DD5.1 через элементы DD3.1 и DD3.2 поступают на вход счетчика касаний. Если же касание является «коротким» (менее 480 мс), то, как только щуп перестает касаться планшета, триггер DD2.1 устанавливается в единичное состояние, счетчики DD4.1, DD4.2 обнуляются и формирования «штрафных» импульсов не происходит.

По прошествии 10 с или 1 мин (в зависимости от положения переключателя SA1) перепад напряжения на входе C устанавливает триггер DD5.2 в единичное состояние и подача импульсов с формирователя DD5.1 и триггера DD2.2 на вход счетчика DD6 прекращается. Одновременно гаснет светодиод

HL1, что свидетельствует о завершении испытаний. Результаты испытаний отображают индикаторы HG1 и HG2. Для возобновления испытаний следует нажать на кнопку SB1 «Сброс».

Приборы для исследования свойств внимания

Наше поведение в различных ситуациях и характер трудовой деятельности во многом определены свойствами нашего внимания. И школьникам, и студентам во время занятий часто приходится зарисовывать с доски чертеж или схему, переписывать сложные формулы. Сколько раз приходится вам посмотреть на доску, чтобы перенести чертеж или формулу в тетрадь? Часто ли вы проходите по улице мимо своих знакомых и, хотя у вас хорошее зрение, не замечаете их? Можете ли вы выполнять одновременно несколько дел, требующих внимания: например, читать книгу и смотреть телевизор или писать и одновременно отвечать на вопросы? Легко ли переходите от одного дела к другому?

Все это в значительной степени зависит от свойств внимания: объема, распределения и переключения внимания. Изучение индивидуальных особенностей внимания можно эффективно проводить с помощью прибора, передняя панель которого изображена на рис. 84. На передней панели размещено наборное поле из 64 металлизированных площадок, на которых нанесены в хаотическом порядке черные и красные цифры (красные цифры на рисунке условно обведены окружностями) от 1 до 32.

Кроме того, на передней панели смонтированы табло «Ошибка», цифровые индикаторы числа ошибок и затраченного времени, переключатель «Режим» и кнопка «Сброс». Переключателем «Режим» можно выбрать один из восьми возможных режимов испытаний. Рассмотрим одну из методик исследования. Она состоит из трех серий испытаний.

В первой серии вам необходимо последовательно находить и касаться щупом площадок с черными цифрами в возрастающем порядке (от 1 до 32).

Во второй серии находите и последовательно касайтесь щупом площадок с красными цифрами в убывающем порядке (от 32 до 1).

В третьей серии можно выполнять оба задания сразу, т. е. касаться щупом площадок с черными цифрами в возрастающем порядке и площадок с крас-

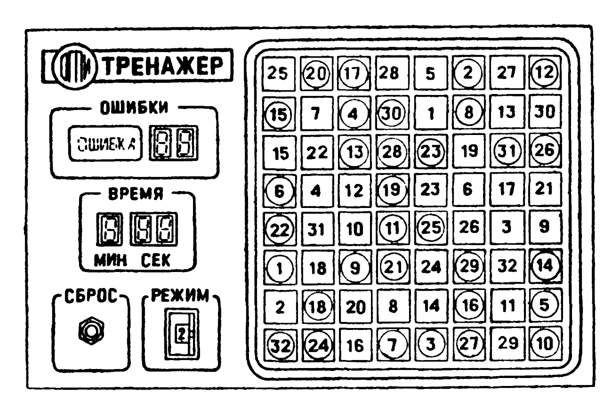


Рис. 84. Передняя панель прибора для психологических исследований

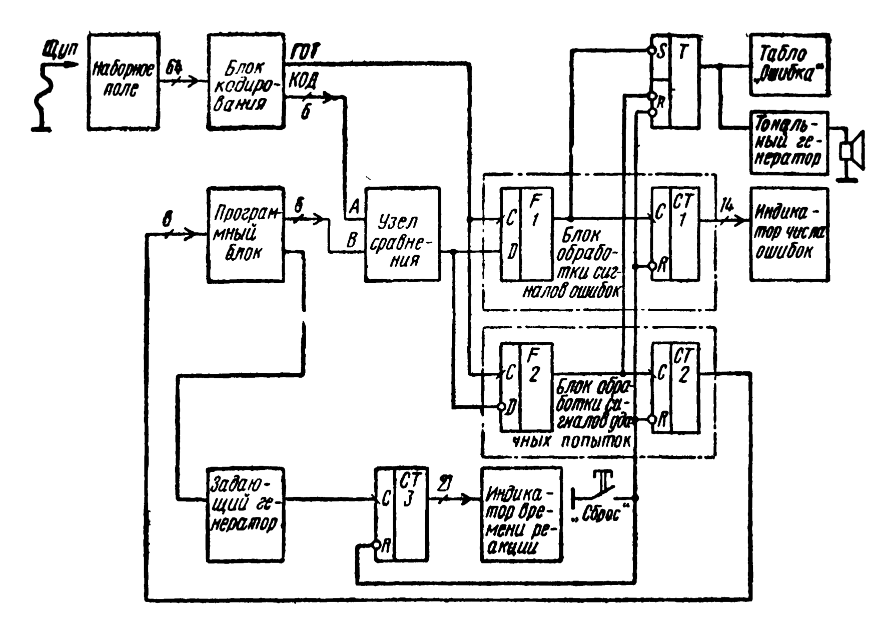


Рис. 85. Функциональная схема «Тренажера»

ными цифрами в убывающем порядке попеременно. Например: 1-я черная — 32-я красная, 2-я черная — 31-я красная и т. д.

Прибор фиксирует число ошибок и время, затраченное на выполнение каждого задания. Объем внимания определяется по формуле

$$t_0 = (t_1 + t_2)/2,$$

где t_0 — объем внимания; t_1, t_2 — время в первой и второй сериях испытаний. Распределение внимания $t_р = t_3$, где t_3 — время работы в третьей серии.

Переключение внимания рассчитывается по формуле

$$t_п = t_3 - (t_1 + t_2).$$

Ошибки учитывают как дополнительный показатель, и за каждую ошибку к результату испытаний в серии добавляется штрафное время.

Функциональная схема прибора изображена на рис. 85. После нажатия на кнопку «Сброс» обнуляются счетчики ошибок СТ1, удачных попыток СТ2 и времени СТ3, а RS-триггер устанавливается в нулевое состояние. Табло «Ошибка» не светится, а индикаторы числа ошибок и времени высвечивают нулевые показания. В результате подачи нулевого кода с выхода счетчика СТ2 на вход программного блока с его верхнего по схеме выхода на вход В узла сравнения подается шестиразрядный двоичный код номера площадки наборного поля, на которую нанесено число, соответствующее началу программы. С нижнего выхода программного блока подается высокий уровень, разрешающий работу задающего генератора. После отпускания кнопки «Сброс» начинается отсчет времени. Испытания начались. Если щуп не касается ни одной из площадок наборного поля, то на выходе ГОТ блока кодирования формируется низ-

кий уровень, а на выходе КОД этого блока код монотонно увеличивается от 000000 до 111111. Если испытуемый касается щупом одной из контактных площадок наборного поля, то через интервал времени, превышающий «дребезг» этого контакта, на выходе КОД блока кодирования появляется шестиразрядный двоичный код этой площадки, а на выходе ГОТ — высокий уровень.

Код с выхода блока кодирования поступает на вход А узла сравнения и сравнивается с кодом на входе В. Если эти коды равны, то на выходе узла сравнения формируется низкий уровень. По перепаду с выхода ГОТ блока кодирования формирователь F2 вырабатывает отрицательный импульс, увеличивающий на 1 код на выходе счетчика правильных ответов СТ2. С выхода программного блока на вход В узла сравнения поступает новый код номера площадки наборного поля, которой испытуемому следует коснуться следующим «ходом».

Если же испытуемый коснется другой контактной площадки, то с блока кодирования на вход А узла сравнения поступит код этой площадки. На выходе узла сравнения появится высокий уровень и по перепаду напряжения с выхода ГОТ запустится формирователь F1. Отрицательный импульс с его выхода установит RS-триггер в единичное состояние и увеличит на 1 код на выходе счетчика ошибок. В результате светится табло «Ошибка», в динамической головке звучит сигнал, свидетельствующий о совершенной ошибке, а показания индикатора ошибок увеличатся на 1. Табло «Ошибка» будет включено до тех пор, пока испытуемый не коснется площадки наборного поля, предусмотренной программой. При этом отрицательный импульс с выхода формирователя F2 переключит RS-триггер в нулевое состояние, табло «Ошибки» гаснет, звук в динамической головке прекращается, а код на выходе счетчика правильных ответов увеличится на 1.

Испытания в каждой серии продолжаются до тех пор, пока число удачных попыток не достигнет значения, установленного программой для данной серии. При этом на нижнем выходе программного блока формируется низкий уровень, блокирующий задающий генератор, а индикатор времени покажет время, затраченное испытуемым на выполнение задания. По показаниям индикаторов ошибок и времени можно дать оценку параметров внимания.

Принципиальная схема прибора изображена на рис. 86, а, б. Блок кодирования содержит тактовый генератор на элементах DD1.1 — DD1.3, логические элементы DD1.4, DD2.1 и DD2.3, счетчики DD3.1, DD4.1, DD15 и DD17, мультиплексоры DD7 — DD9, DD11, DD13.1, триггер DD19.1. На элементах DD14.1 — DD14.4, DD6.2, DD6.3 и DD16 собран узел сравнения двух шестиразрядных двоичных чисел. Программный блок выполнен на ПЗУ DD12, элементе DD2.2 и триггере DD5.1, выбор программы осуществляют переключателем SA1. На триггерах DD18.1, DD18.2 выполнены формирователи импульсов. Подсчет числа ошибок обеспечивают счетчики DD22, DD23, а индикацию — цифровые индикаторы HG2, HG3. Счетчик удачных попыток выполнен на микросхемах DD3.2, DD4.2, DD10. Задающий генератор DD21, счетчики DD20, DD24, DD25 и индикаторы HG1, HG4, HG5 обеспечивают подсчет и индикацию времени испытаний.

Перед началом испытаний переключателем SA1 выбирают нужную программу. Нажимая на кнопку SB1 «Сброс», обнуляют счетчики DD3, DD4, DD10, DD20, DD22 — DD25. Триггер DD5.1 устанавливается в единичное, а триггер DD19.2 — в нулевое состояние. Табло «Ошибка» гаснет, звуковой сиг-

нал отсутствует. Индикаторы времени и числа ошибок высвечивают нулевые показания. При отпускании кнопки «Сброс» начинается отсчет времени. Испытания начались.

Пока испытуемый не касается ни одной из контактных площадок, на выходах мультиплексоров DD7—DD9, DD11 присутствует низкий уровень, а на выходе DD13.1 — высокий уровень. Уровень логического 0 на входе R счетчиков DD15 и DD17 разрешает их работу и через интервал времени, равный ста периодам тактовых импульсов (период равен 0,2 мс), на выходе счетчика DD17 формируется отрицательный импульс, устанавливающий триггеры DD19.1 и DD18.1 в нулевое, а триггер DD18.2 в единичное состояние.

С выходов 1—6 ПЗУ DD12 на нижние по схеме входы элементов DD14.1 — DD14.4, DD6.2, DD6.3 подается шестиразрядный код, обратный коду той площадки наборного поля, которой испытуемый должен коснуться в начале выбранной программы, а на выходе 7 формируется высокий уровень. Положим, что испытуемый коснулся указанной площадки. В основном режиме счетчик DD3.1, DD4.1 считает импульсы, поступающие с генератора DD1.1 — DD1.3 через инвертор DD1.4. Для каждого из состояний счетчика мультиплексоры DD7 — DD9, DD11 опрашивают состояние соответствующих контактов наборного поля. В момент опроса контакта, которого касается щуп, на выходе соответствующего мультиплексора появляется сигнал высокого уровня, подаваемый на один из информационных входов мультиплексора DD13.1. Так как на адресных входах указанного мультиплексора формируется код, соответствующий номеру этого информационного входа, то на выходе мультиплексора действует низкий уровень.

Сигнал высокого уровня с выхода инвертора DD2.3 обнуляет счетчики DD15 и DD17 и готовит триггер DD19.1 для установки в единичное состояние по фронту тактового импульса. Перейдя в это состояние, триггер становится на самоблокировку и остается в единичном состоянии до поступления на его вход R сигнала низкого уровня с выхода счетчика DD17. Такой сигнал может появиться только через сто периодов тактовых импульсов (100 — общий коэффициент пересчета счетчиков DD15 и DD17) после установления сигнала низкого уровня на входах R счетчиков, т. е. после того, как щуп перестанет касаться площадки наборного поля. С появлением сигнала ГОТ низкий уровень с инверсного выхода триггера DD19.1 блокирует подачу тактовых импульсов через элемент DD2.1 на счетчик DD3.1, и состояние счетчика DD3.1, DD4.1 соответствует коду площадки, которой касается щупом испытуемый.

Если на входы узла сравнения DD14.1 — DD14.4, DD6.2, DD6.3 подаются коды, взаимно обратные друг другу, то на всех входах элемента DD16 появляется высокий уровень, а на выходе — низкий. В этом случае после формирования сигнала ГОТ триггер DD18.2 устанавливается в нулевое состояние, а состояние триггера DD18.1 не меняется. Отрицательный перепад с выхода триггера DD18.2 поступает на вход счетчика удачных попыток (DD3.2, DD4.2, DD10), и код на его выходе увеличивается на 1. В результате с выходов 1—6 ПЗУ DD12 на вход узла сравнения подается код, обратный коду площадки, которой испытуемый должен коснуться следующим ходом, а на выходе 7 ПЗУ вновь формируется высокий уровень. Триггер DD19.2 остается в нулевом состоянии, поэтому табло «Ошибки» не светится и звуковой сигнал отсутствует. После того как щуп перестанет касаться площадки наборного поля, триггер DD18.2 импульсами с выхода счетчика DD17 вновь установится в состояние 1.

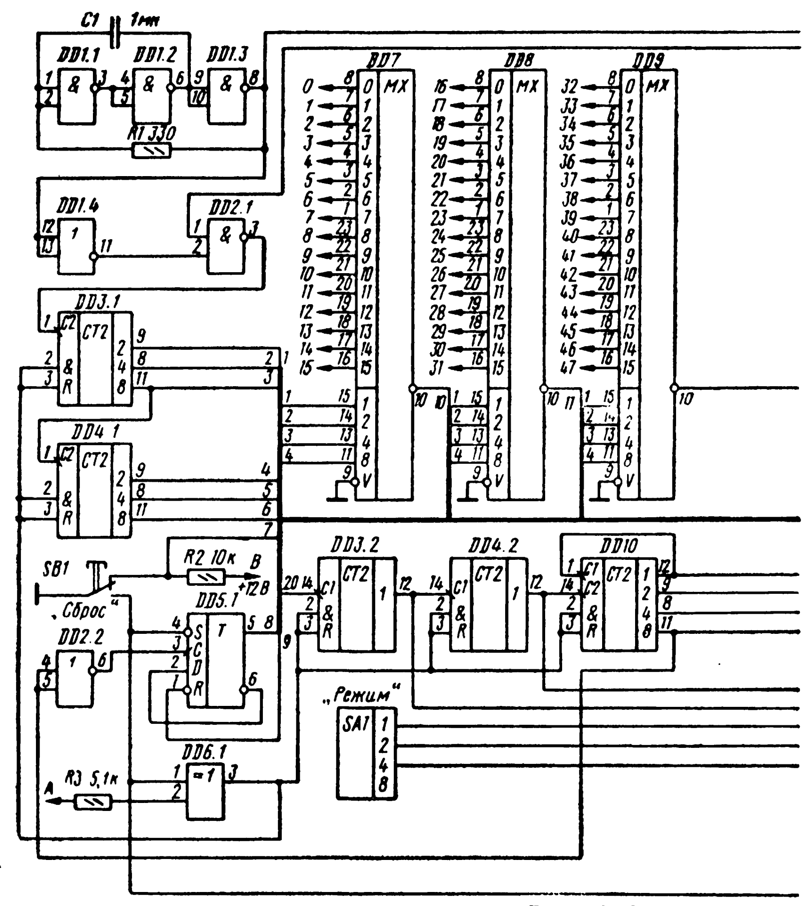


Рис. 86. Принципиальная

Если же испытуемый коснется другой площадки (не предусмотренной программой при очередном ходе), то хотя бы на одном из выходов элементов DD14.1 — DD14.4, DD6.2, DD6.3 появится низкий уровень. По фронту импульса ГОТ триггер DD18.1 установится в единичное состояние, а состояние триггера DD18.2 останется неизменным. Низкий уровень с инверсного выхода триггера DD18.1 переключит триггер DD19.2 в единичное состояние. В результате светится табло «Ошибка», а в динамической головке слышится тон с частотой тактового генератора. Положительный перепад напряжения с выхода триггера DD18.1 увеличивает на 1 код на выходе счетчика ошибок (DD22, DD23). Соответственно увеличиваются и показания индикаторов числа ошибок HG2, HG3.

После того как испытуемый перестанет касаться площадки наборного поля, отрицательный импульс с выхода счетчика DD17 возвратит триггер DD18.1 в нулевое состояние. Однако состояние триггера DD19.2 при этом не меняется. Оно изменится только тогда, когда испытуемый коснется щупом площадки наборного поля, предусмотренной очередным шагом программы, т. е. после очередной удачной попытки. Тогда на выходе элемента DD16 появится низкий

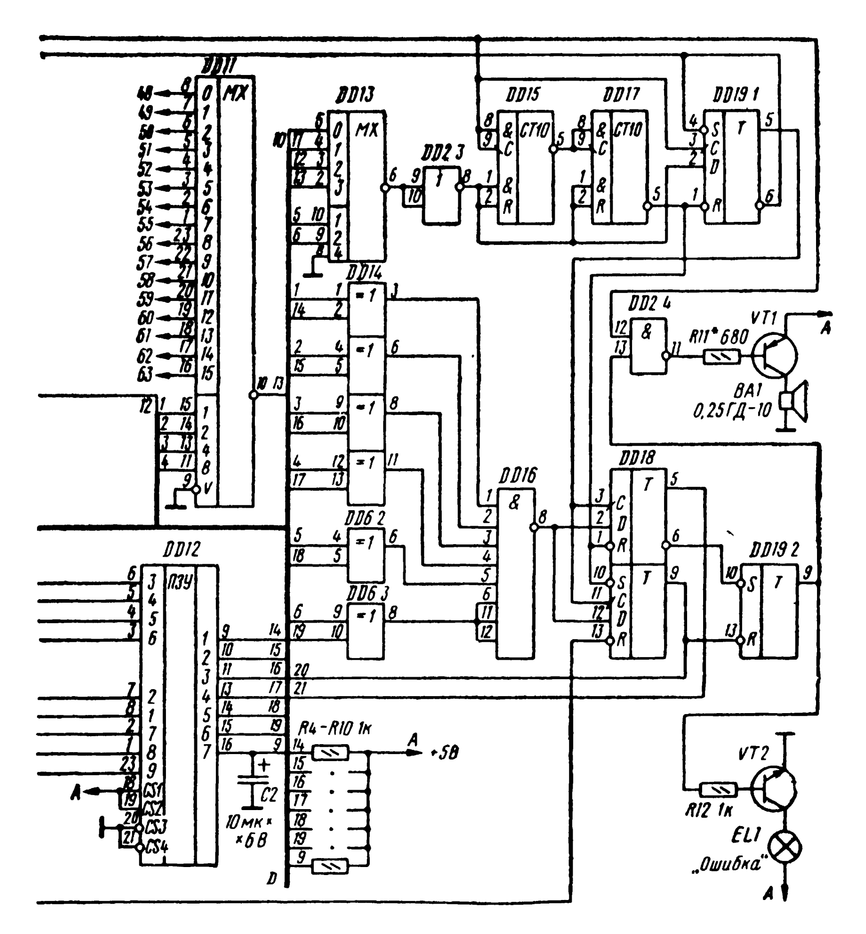


схема «Тренажера»

уровень и по фронту импульса ГОТ триггеры DD18.2, а затем DD19.2 ключатся в состояние 0. Табло «Ошибка» гаснет, звуковой сигнал прекращается. Испытания продолжаются Как следует из описания задания, число «шагов» программы составляет либо 32 (серия 1 и 2), либо 64 (серия 3).

После 32-й удачной попытки в первой и второй сериях на выходе 7 ПЗУ DD12 появляется низкий уровень. Триггер DD5.1 устанавливается в нулевое состояние, на вход R микросхемы DD21 подается уровень логической 1, и подача импульсов на счетчик времени прекращается. Индикаторы HG1, HG4, HG5 показывают время, затраченное испытуемым на серию испытаний.

Если же число шагов в серии равно 64, то после последней удачной попытки счетчик DD10 обнуляется. Отрицательный перепад на выходе 8 этого счетчика после инвертирования элементов DD2.2 переключает счетный триггер DD5.1 в нулевое состояние. В результате подача секундных импульсов на счетчик времени прекращается. Испытания завершены. Для их возобновления необ-

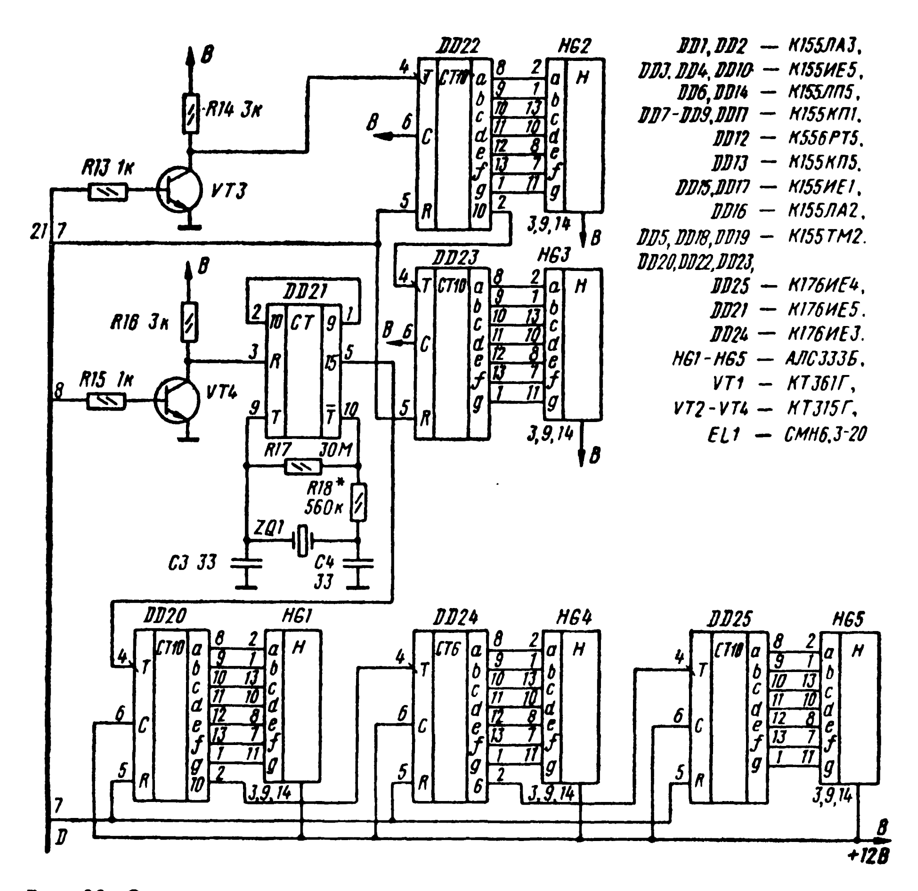


Рис. 86. Окончание

ходимо вновь нажать на кнопку «Сброс» и выбрать программу испытаний переключателем SA1.

В заключение приведем таблицу программирования ПЗУ DD12, обеспечивающего реализацию трех описанных выше серий (табл. 25). Попробуйте самостоятельно разработать таблицу программирования на дополнительные пять серий испытаний. Например, можно задать, чтобы испытуемый последовательно касался площадок с нечетными черными цифрами, следующими в порядке возрастания, или площадок с четными красными цифрами, следующими в убывающем порядке. Возможны и другие программы испытаний.

Если использовать сменные трафареты, устанавливаемые на наборное поле, на которые вместо цифр нанести, например, буквы русского алфавита, то можно реализовать игровой автомат «Буквы по алфавиту», аналогичный описанию в [14].

Суть этой игры заключается в следующем. После нажатия на кнопку «Сброс» играющий должен последовательно касаться площадок наборного поля, придерживаясь порядка следования букв в русском алфавите. Одновременно запускается измеритель времени. После того как весь алфавит пройден

Таблица 25

Серия	Код выходной 16-ричный
I	4C, 70, 66, 59, 44, 5D, 49, 73, 67, 62, 76, 5A, 4E, 74, 50, 7A, 5E, 69, 55, 72, 5F, 51, 5C, 6C, 40, 65, 46, 43, 7E, 4F, 61, 6E, 00, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX,
II	78, 56, 4B, 6D, 53, 7D 57, 64, 79, 54, 60, 6B, 41, 5B, 71, 42, 75, 48, 6F, 52, 47, 63, 7F, 6A, 4D, 7B, 58, 77, 4A, 7C, 45, 68, 00, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX, XX XX XX XX, XX, XX, XX,
III	4C, 78, 70, 56, 66, 4B, 59, 6D, 44, 53, 5D 7D, 49, 57, 73, 64, 67, 79, 62, 54, 76, 60, 5A, 6B, 4E, 41, 74, 5B, 50, 71, 7A, 42, 5E, 75, 69, 48, 55, 6F, 72, 52, 5F, 47, 51, 63, 5C, 7F, 6C, 6A, 40, 4D, 65, 7B, 46, 58, 43, 77, 7E, 4A, 4F, 7C, 61, 45, 6E, 68,

игроком без ошибок, таймер останавливается и индикаторы показывают время испытаний. Как и в предыдущем случае, автомат внимательно следит за соблюдением правил игры, каждую ошибку сопровождает свечением табло «Ошибка» и звуковым сигналом. Играющему необходимо исправить ошибку и коснуться площадки с буквой, предусмотренной программой испытаний. Так как в русском алфавите 33 буквы, а программа предусматривает только 32 шага, то буквы ь, ъ следует нанести на одну площадку.

Еще одним устройством, позволяющим оценить параметры внимания, является описываемый ниже тренажер [14], передняя панель которого изображена на рис. 87. На ней находится наборное поле, выполненное в виде 18×20 металлизированных площадок, на которые нанесены корректурные знаки в виде окружности с восемью видами разрывов. В специальной литературе такие знаки получили название колец Ландольта. Число площадок с корректур-

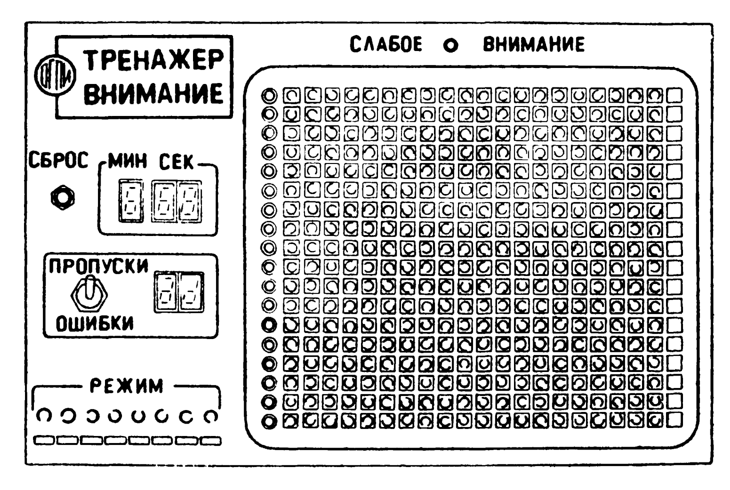


Рис. 87. Передняя панель тренажера «Внимание»

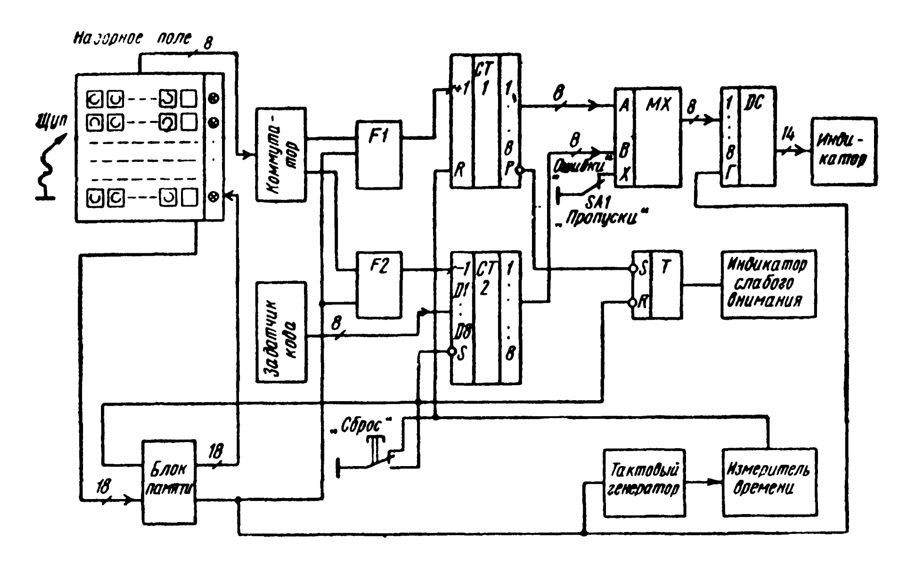


Рис. 88. Функциональная схема тренажера «Внимание»

ным знаком каждого вида равно 45. В процессе выполнения задания испытуемый должен касаться щупом, соединенным с общим проводом, только тех площадок, на которые нанесен корректурный знак, выбранный переключателем «Режим». После просмотра каждой строки следует щупом касаться датчика окончания просмотра строки — контактной площадки без корректурного знака, расположенной в конце строки. При этом включается светодиод, который находится в начале строки и сигнализирует о том, что просмотр строки закончен.

На передней панели расположены также кнопка «Сброс», цифровые индикаторы и светодиодный индикатор слабого внимания, свечение которого свидетельствует о нецелесообразности дальнейших испытаний. Первый цифровой индикатор по завершении цикла испытаний, в зависимости от положения переключателя рода индикации, показывает либо число ошибок — касаний площадок с корректурным знаком, отличным от выбранного переключателем «Режим», либо число «пропусков» — число площадок с заданным программой корректурным знаком, которых испытуемый не коснулся в процессе испытаний. Второй цифровой индикатор показывает время, затраченное испытуемым на выполнение задания.

Функциональная схема прибора изображена на рис. 88. Отметим, что площадки наборного поля с одинаковыми корректурными знаками соединены между собой перемычками. Датчики окончания просмотра строки подключены ко входу блока памяти. К первой группе выходов этого блока подключены светодиодные индикаторы просмотра строки. Площадки наборного поля, на которые нанесены корректурные знаки, соединены со входом коммутатора, представляющего собой переключатель «Режим» типа П2К с восьмью зависимыми кнопками (по числу видов корректурных знаков). Знак, который следует отслеживать при испытании, выбирают нажатием на соответствующую кнопку переключателя «Режим». В результате все контактные площадки с выбранным корректурным знаком оказываются подключенными ко входу формирователя F2, а

все остальные — соединены между собой и подключены ко входу формирователя F1. Входы блокирования обоих формирователей соединены с нижним по схеме выходом блока памяти, подключенным также ко входу блокировки генератора тактов и входу гашения дешифратора.

На входы D1 — D8 счетчика CT2 удачных попыток с задатчика кода подается двоично-десятичный код числа 45. Выходы счетчиков удачных попыток и ошибок (CT1) через двухканальный мультиплексор MX могут быть подключены ко входу дешифратора подачей на адресный вход X мультиплексора низкого или высокого уровня переключателем рода индикации SA1.

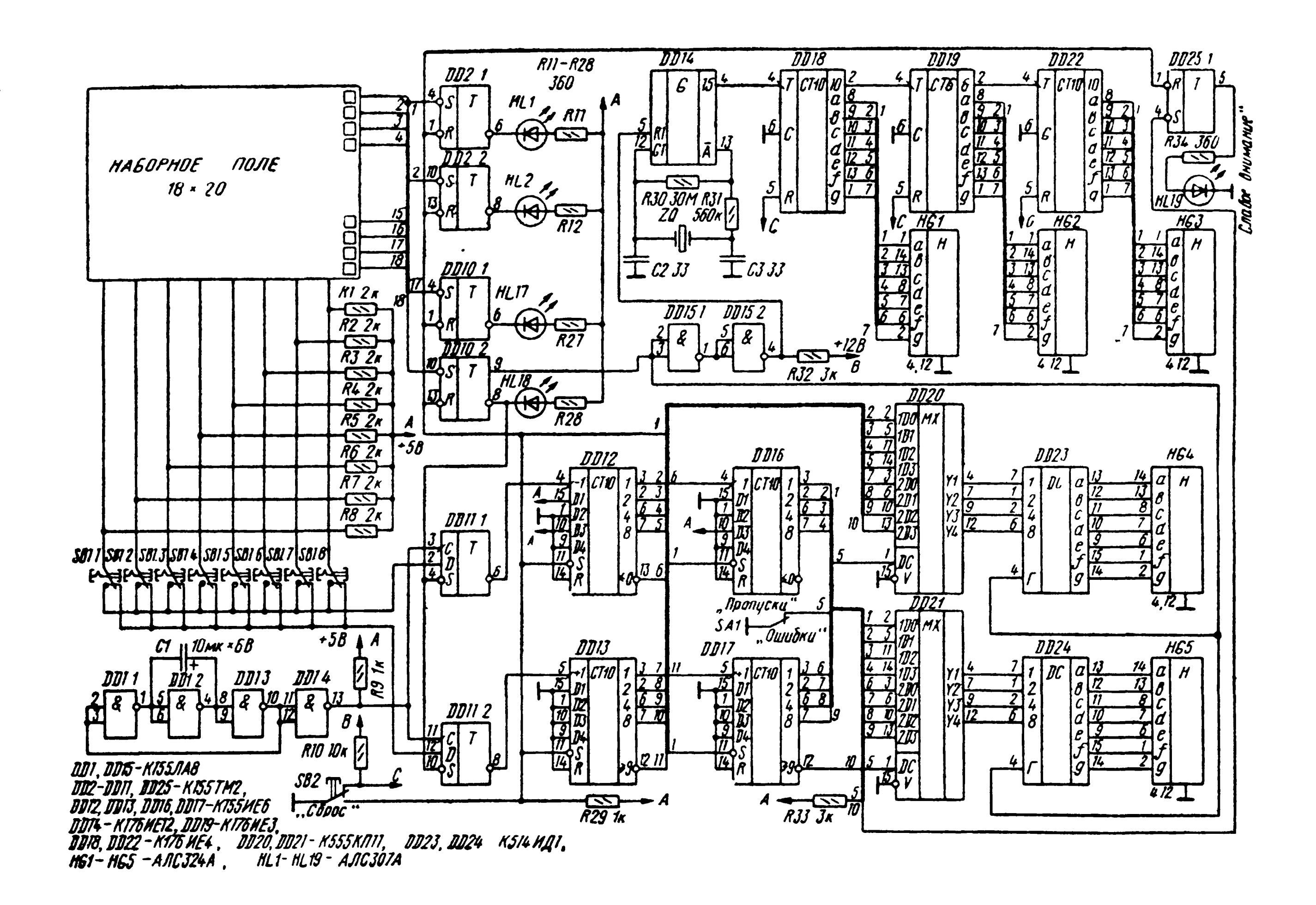
После включения прибора переключателем «Режим» выбирают корректурный знак, площадок с изображением которого будет касаться испытуемый в процессе выполнения задания. Затем нажатием на кнопку «Сброс» обнуляют ячейки памяти, все индикаторы просмотренных строк гаснут. Одновременно обнуляются счетчик ошибок и счетчик измерителя времени. Индикатор времени высвечивает нулевые показания. RS-триггер устанавливается в нулевое состояние и светодиодный индикатор слабого внимания гаснет. Высокий уровень с нижнего выхода блока памяти разрешает работу формирователей F1 и F2, тактового генератора и гасит цифровой индикатор «Пропуски» — «Ошибки». Подачей низкого уровня на вход предустановки S в счетчик удачных попыток CT2 заносят число 45, код которого набран задатчиком кода.

После отпускания кнопки «Сброс» начинается отсчет времени. Испытания начались. Если испытуемый касается площадки с выбранным корректурным знаком, то на выходе формирователя F2 появляется короткий положительный импульс и код на выходе счетчика CT2 уменьшается на 1. Если же испытуемый совершит ошибку и коснется площадки с другим корректурным знаком, то короткий положительный импульс появится на выходе формирователя F1 и код на выходе счетчика ошибок CT1 увеличивается на 1.

Максимально регистрируемое число ошибок определяется коэффициентом пересчета счетчика CT1, который выбран равным 100. После сотой ошибки на выходе P счетчика CT1 формируется отрицательный импульс и RS-триггер устанавливается в единичное состояние. Включается светодиодный индикатор слабого внимания.

После просмотра каждой строки испытуемый должен касаться щупом площадки датчика окончания просмотра строки. В результате подачи низкого уровня на вход блока памяти на выходе соответствующей ячейки блока появляется высокий уровень и включается светодиод, расположенный в начале просмотренной строки. После того как испытуемый завершил выполнение задания, он должен коснуться щупом датчика просмотра последней строки. При этом загорится индикатор окончания просмотра последней строки, а на нижнем выходе блока памяти сформируется низкий уровень, блокирующий тактовый генератор и разрешающий индикацию результатов испытаний. На вход дешифратора поступает информация с выхода счетчика ошибок (контакты переключателя SA1 замкнуты) либо с выхода счетчика удачных попыток (контакты переключателя SA1 разомкнуты), и, таким образом, индицируется либо число ошибок, либо число «пропусков».

Принципиальная схема тренажера изображена на рис. 89. Блок памяти реализован на 18 RS-триггерах (микросхемы DD2 — DD10), к выходу каждого триггера подключены индикаторы просмотра строк HL1 — HL18. Требуемый корректурный знак выбирают переключателем SB1. Формирователи F1 и F2 вы-


НАБОРНОЕ ПОЛЕ
18 × 20
R11-R28
360
R30 30М
R31
560к
C2 33
C3 33
R32 3к
R34 360
„Сигнал внимание"
„Пропуски"
SA1
„Ошибки"
C1 10мк × 6В
R9 1к
R10 10к
SB2
„Сброс"
R29 1к
R33 3к
+5В
+12В
DD1, DD15 - К155ЛА8
DD2 - DD11, DD25 - К155ТМ2,
DD12, DD13, DD16, DD17 - К155ИЕ6
DD14 - К176ИЕ12, DD19 - К176ИЕ3,
DD18, DD22 - К176ИЕ4, DD20, DD21 - К555КП11, DD23, DD24 К514ИД1,
HG1 - HG5 - АЛС324А, HL1 - HL19 - АЛС307А

полнены на вспомогательном генераторе DD1.1 — DD1.4 и триггерах DD11.1 и DD11.2. На микросхемах DD13, DD17 реализован счетчик ошибок, а на микросхемах DD12, DD16 — счетчик пропусков.

Информация с выходов счетчиков может быть поочередно подана на дешифраторы DD23, DD24 через мультиплексоры DD20, DD21. Выбор информации (число ошибок или число «пропусков»), которую показывают цифровые индикаторы HG4, HG5, осуществляется изменением адреса на входах мультиплексоров переключателем SA1. Светодиод HL19 является индикатором слабого внимания испытуемого. Генератор тактовых импульсов на частоту 1 Гц собран на микросхеме DD14. Измеритель времени реализован на счетчиках с дешифраторами DD18, DD19, DD22 и индикаторах HG1 — HG3. Элементы DD15.1, DD15.2 служат для согласования уровней ТТЛ и КМОП.

После выбора режима испытаний переключателем SB1 нажатием на кнопку SB2 обнуляют счетчики DD18, DD19, DD22, и индикаторы HG1 — HG3 высвечивают нулевые показания. Триггеры DD2 — DD10, DD25.1 устанавливаются в состояние 0 и светодиоды HL1 — HL19 гаснут. Подачей низкого уровня на входы предустановки S в счетчик «пропусков» DD12, DD16 записывается код числа 45, а в счетчик ошибок DD13, DD17 — нулевой код. Низкий уровень с прямого выхода триггера DD10.2 поступает на входы гашения дешифраторов DD23, DD24, поэтому индикаторы HG4, HG5 не светятся. Низкий уровень на входе R1 микросхемы DD14 запускает тактовый генератор. Начинается отсчет времени — испытания начались.

Как видно из схемы, площадки с выбранным корректурным знаком подключены ко входу D триггера DD11.1, а остальные площадки объединены между собой и подключены ко входу D триггера DD11.2. Частота вспомогательного генератора выбрана около 50 Гц, что обеспечивает защиту от «дребезга» контакта при касании щупом площадок наборного поля. До касания щупом площадки триггеры DD11.1 и DD11.2 находятся в единичном состоянии и на счетные входы счетчиков DD12, DD13 подан низкий уровень.

После того как испытуемый коснется щупом одной из площадок наборного поля, на вход D одного из триггеров DD11.1 или DD11.2 (в зависимости от того, коснулся ли испытуемый площадки с заданным знаком или допустил ошибку) будет подан низкий уровень. По фронту очередного импульса вспомогательного генератора один из триггеров DD11.1 или DD11.2 переключится в состояние 0, и на вход счетчика, подключенного к выходу триггера, поступит счетный импульс, изменяющий на 1 выходной код счетчика. После того как щуп перестанет касаться площадки, триггер вновь установится в состояние 1. При каждом касании площадки с заданным знаком код на выходе счетчиков DD12, DD16 уменьшается на 1, а в результате ошибки код на выходе счетчиков DD13, DD17 на 1 увеличивается. Если число ошибок достигнет 100, то низкий уровень с выхода $\geqslant 9$ счетчика DD17 переключит триггер DD25.1 в единичное состояние и включится светодиод HL19.

После просмотра каждой строки испытуемый касается площадки, расположенной в конце этой строки. Низкий уровень подается на соединенный с этой площадкой вход S триггера и переключает его в единичное состояние. Включается один из светодиодов HL1 — HL18. После выполнения задания испытуемый касается последней (нижней) площадки — датчика просмотренных строк —

Рис. 89. Принципиальная схема тренажера «Внимание»

и триггер DD10.2 устанавливается в единичное состояние. Включается светодиод HL18, высокий уровень на входе R1 микросхемы DD14 блокирует работу тактового генератора, и отсчет времени прекращается. Индикаторы HG1 — HG3 высвечивают время, затраченное испытуемым на выполнение задания. Высокий уровень с прямого выхода триггера DD10.2 подается на входы гашения дешифраторов DD23, DD24, разрешая индикацию данных на индикаторах HG, HG5.

При разомкнутом переключателе SA1 на входы дешифраторов DD23 и DD24 через мультиплексоры DD20, DD21 подан код с выхода счетчиков DD13, DD17 и, таким образом, индицируется число ошибок. При замкнутом переключателе SA1 обеспечивается индикация числа «пропусков». Последующие касания щупом контактных площадок наборного поля не изменяют показаний индикаторов HG4, HG5, так как низким уровнем с инверсного выхода триггера DD10.2 блокированы формирователи импульсов на триггерах DD11.1, DD11.2. Испытания завершены. Для возобновления испытаний необходимо нажать на кнопку SB2 «Сброс».

Хорошая ли у вас память?

Хорошей кратковременной памятью должны обладать люди различных профессий. В частности, она необходима операторам, управляющим сложными технологическими процессами, пилотам авиалайнеров и представителям других специальностей, которым в процессе производственной деятельности приходится иметь дело с большим объемом цифровой информации. От их внимательности и оперативности зависит эффективность работы технических средств, безопасность людей. Одним из эффективных способов проверки работоспособности операторов является проведение тестов.

Описываемый прибор — психологический тестер — позволяет оценивать свойства кратковременной памяти и утомляемость оператора. Испытуемому предъявляют в заранее заданном темпе случайную последовательность двузначных чисел. Она может содержать 1—8 чисел. Длительность τ предъявления каждого числа может составлять 5, 10, 20 или 40 мс, при необходимости это время может быть пропорционально увеличено. Период предъявления информации равен 10τ.

Функциональная схема устройства представлена на рис. 90. Датчик временных интервалов формирует импульсы с периодом 5, 10, 20 или 40 мс, которые поступают на средний по схеме вход генератора случайных чисел (ГСЧ). На верхний вход подают код с датчика числа предъявлений, определяющий,

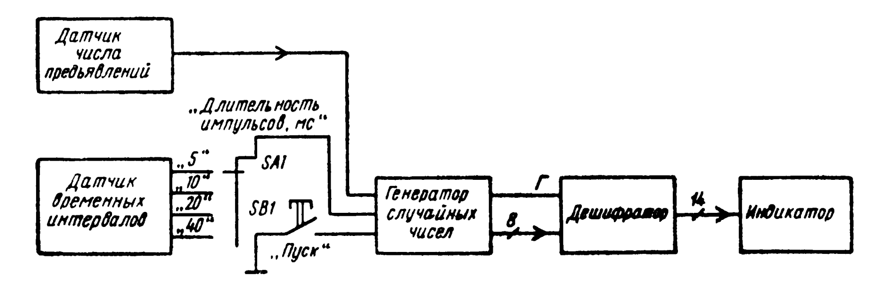


Рис. 90. Функциональная схема психологического тестера

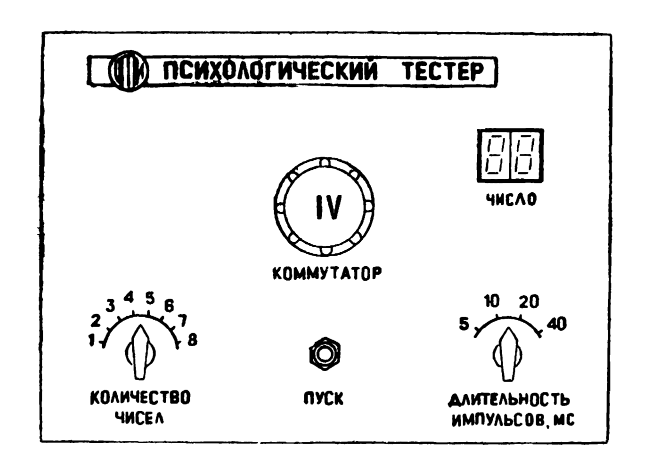


Рис. 91. Передняя панель психологического тестера

DD1, DD6 – К155ЛА3,
DD2 – К155ТМ2,
DD3 DD7 – К155ИЕ5,
DD4 – К155ИЕ2,
DD5 DD9 – К514ИД1,
DD8 – К155РЕ3,
DD10 – К155ЛИ1,
HG1, HG2 – АЛС324А

Рис. 92. Принципиальная схема психологического тестера

сколько чисел будет предъявлено в том или ином цикле испытаний. После нажатия на кнопку «Пуск» ГСЧ последовательно формирует двоичные коды этих двухразрядных десятичных чисел, значения которых определены коммутатором, входящим в состав ГСЧ. Конструктивно коммутатор реализован в виде сменных колодок с различной коммутацией контактов.

Коды предъявляемых чисел подаются на информационные входы дешифратора, на вход гашения которого поданы импульсные последовательности, обеспечивающие в соответствии с программой кратковременное предъявление чисел на цифровых индикаторах. Передняя панель показана на рис. 91.

Принципиальная схема автомата изображена на рис. 92. Датчик временных интервалов содержит тактовый генератор на элементах DD1.1 — DD1.3 и счетчик DD3. Генератор случайных чисел включает в себя счетчики DD4 и DD7, триггеры DD2.1, DD2.2, ПЗУ DD8 и логические элементы DD1.4, DD6.1, DD10.1 — DD10.4. Период тактовых импульсов равен 2,5 мс. На выходах счетчика DD3 формируются импульсы вида «меандр» с периодом 5, 10, 20 или 40 мс. Эти импульсы через переключатель SA1 поступают на вход счетчика DD4.

Рассмотрим случай, когда переключатель «Количество чисел» установлен в положение 2. Диаграммы напряжений в характерных точках устройства представлены на рис. 93. После включения устройства триггер DD2.2 устанавливается в единичное состояние либо произвольно, либо в рассматриваемом случае после появления на выходе 2 счетчика DD7 высокого уровня. Счетчик DD4 обнуляется, импульсы на его выходах не формируются. Индикаторы HG1 и HG2 выключены, поскольку на входы гашения дешифраторов DD5, DD9 подан

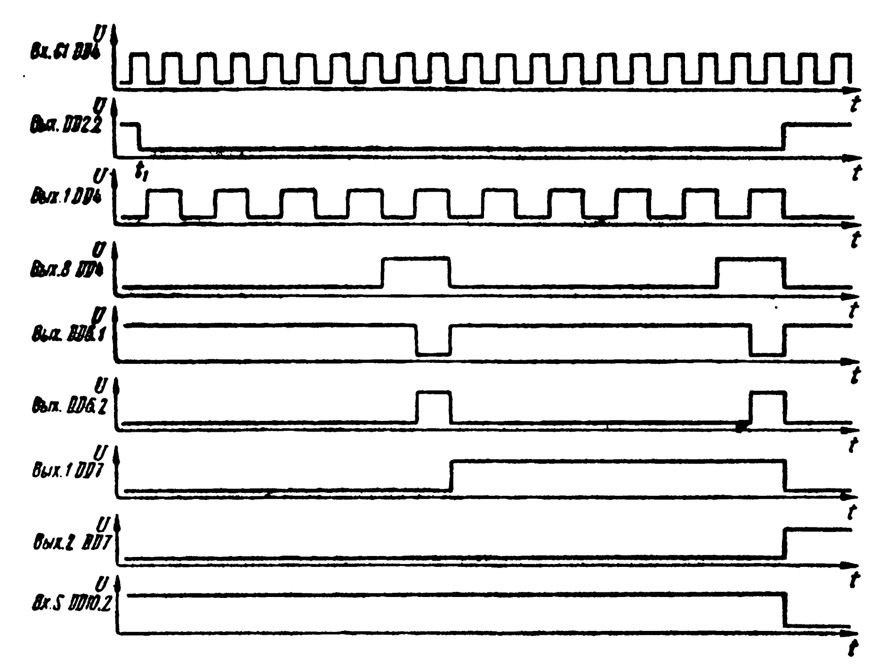


Рис. 93. Временные диаграммы напряжений

низкий уровень. При нажатии на кнопку SB1 «Пуск» счетчик DD7 обнуляется, триггер DD2.1 устанавливается в состояние 0. После отпускания кнопки «Пуск» в момент t_1 на выходе триггера DD2.1 возникает положительный перепад напряжения и триггер DD2.2 устанавливается в нулевое состояние. Низким уровнем на его выходе разрешается работа счетчика DD4 и через каждые 10 тактовых импульсов на выходе элемента DD6 2 появляются импульсы длительностью, определяемой положением переключателя SA1. По срезу каждого импульса изменяется код на выходе счетчика DD7. При подаче высокого уровня на вход гашения дешифраторов DD5, DD9 индикаторы HG1, HG2 высвечивают числа, двоичный код которых формируется на выходах соответственно Q1—Q4 и Q5—Q8 ПЗУ DD8.

По срезу второго импульса на выходе 2 счетчика DD7 формируется высокий уровень, который через контакты переключателя SA2 подается на вход элемента DD1.4. Низкий уровень с выхода этого элемента устанавливает триггер DD2.2 в единичное состояние, счетчик DD4 обнуляется, и подача импульсов на счетчик DD7 и дешифраторы DD5, DD9 прекращается. Для предъявления новой группы чисел надо вновь нажать кнопку «Пуск». Нетрудно видеть, что число формируемых импульсов меняется от положения переключателя SA2, поскольку высокий уровень на каждом из контактов переключателя возникает после поступления на вход счетчика DD7 импульса, порядковый номер которого совпадает с соответствующим положением переключателя (например, в шестом положении переключателя через шесть импульсов). Значения чисел в каждой группе определяются программой ПЗУ и коммутатором, в качестве которого использованы колодки с соответствующей коммутацией контактов, которые вставляются в ламповую панель XS1. Колодка на схеме не показана. В ПЗУ могут быть записаны 32 пары двузначных чисел. Вариант программирования ПЗУ указан в табл. 26.

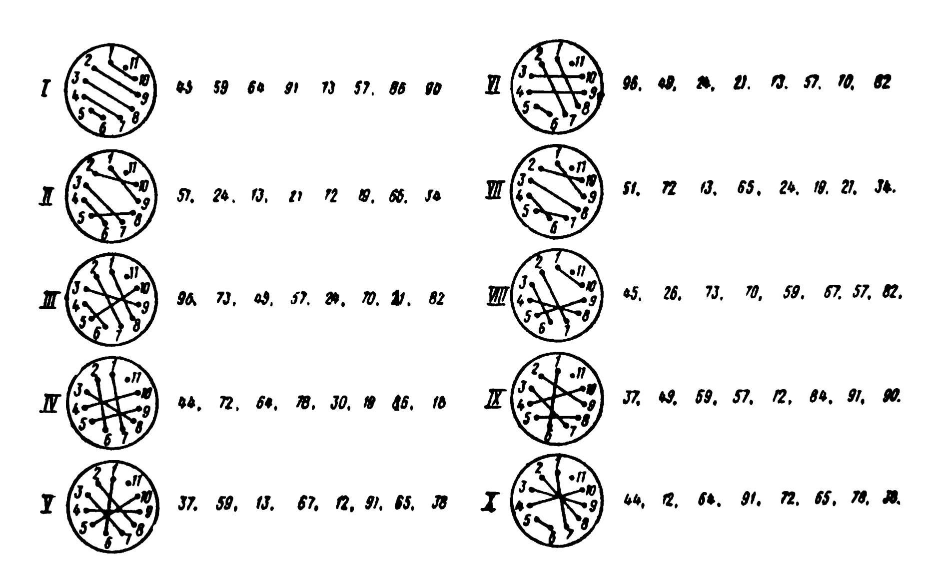


Рис. 94. Варианты схемы коммутации колодок

Таблица 26

Адрес	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00	25	37	44	12	96	49	30	84	51	13	72	65	24	21	19	34
10	45	59	64	91	73	57	86	90	26	67	78	38	70	82	18	42

На рис. 94 изображены варианты соединения контактов колодки коммутатора и соответствующие им последовательности предъявляемых чисел. Все колодки пронумерованы. В процессе испытаний испытуемый должен запомнить и повторить предъявленные числа в той последовательности, в которой они появились на табло прибора. В число ошибок включаются все неправильно названные числа и допущенные пропуски. Правильность ответов экспериментатор контролирует по рис. 94.

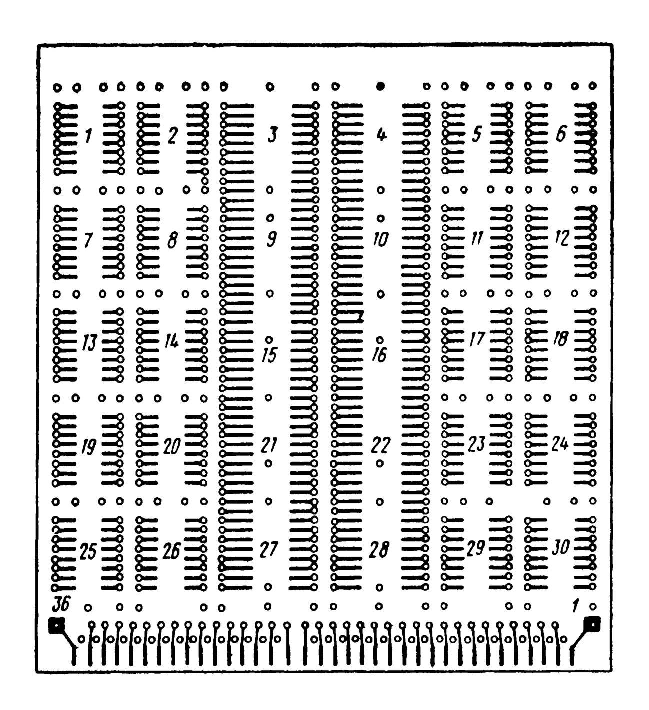
Практические рекомендации по изготовлению устройств на цифровых интегральных микросхемах

В этой книге описаны 40 устройств различного функционального назначения, как простых, так и довольно сложных. Если опытный радиолюбитель способен сразу приступить к изготовлению практически любой из описанных конструкций, то начинающий может и растеряться. Итак, с чего начать?

Вообще нет необходимости соблюдать определенную последовательность выбора устройств для изготовления, но все же следует учитывать и интересы, и уровень подготовки. Для приобретения опыта работы с цифровыми микросхемами сначала нужно собрать те устройства, которые содержат три — пять микросхем. Целесообразно начинать работу с наиболее дешевыми и распространенными микросхемами серии К155. Чтобы описания устройств, приведенные в книге, были понятны до конца, следует по [1, 18, 24] ознакомиться с основами цифровой техники. Если устройство собрано без ошибок и все детали исправны, оно, как правило, налаживания не требует. Ошибки же, допущенные при монтаже устройств на микросхемах серии К155, не приведут к выходу микросхемы из строя.

Собирать устройства удобнее всего на макетных монтажных платах, изготовленных из двустороннего фольгированного стеклотекстолита. На одной стороне платы располагают площадки для установки микросхем и навесных элементов, а на другой — контактные площадки, соединяемые отрезками монтажного провода. Один из возможных вариантов такой платы изображен на рис. 95. На одной из сторон платы должны быть проложены широкие дорожки — к ним подводят напряжение питания. Необходимо сначала выполнить весь монтаж проводников, проверить его правильность, отсутствие замыканий соседних площадок и только после этого устанавливать микросхемы и другие навесные элементы — резисторы, конденсаторы и т. д.

Для удобства монтажа рекомендуется сначала по принципиальной схеме составить так называемую «расписку» — таблицу, в которой оговорены все соединения между контактными площадками на монтажной плате. При этом расстановку микросхем на плате следует выполнять, стремясь сократить длину монтажных соединений между ними, а не в порядке, указанном на схеме.



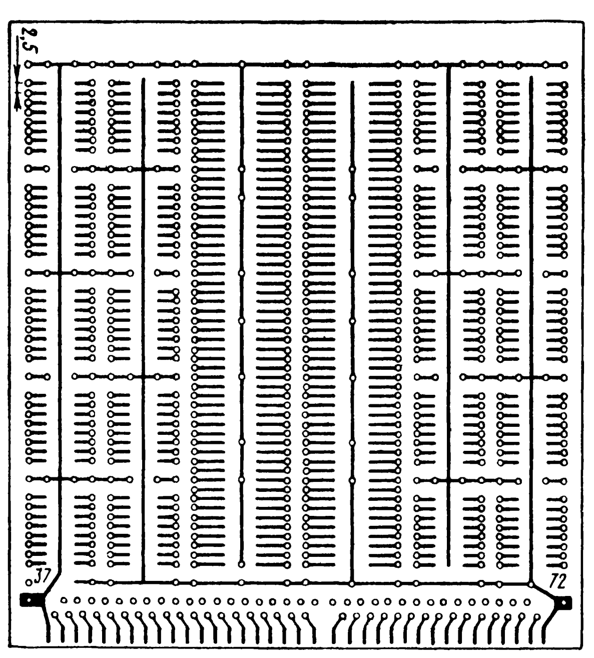


Рис 95 Макетная печатная плата

На миллиметровой бумаге нужно выполнить эскиз расположения микросхем на плате, а затем на принципиальной схеме обозначить в кодированных обозначениях посадочные места каждой из микросхем. При проводном монтаже не следует применять жгутование и параллельную укладку проводов. Соединения ведут по кратчайшему пути.

Рассмотрим правила выполнения монтажных работ [7].

Монтаж микросхем удобно выполнять паяльником малых размеров с номинальной мощностью до 20 Вт. При отсутствии такого паяльника следует выточить насадку или наконечник с диаметром рабочей части 2,5...3 мм или проточить рабочую часть наконечника до такого же диаметра. Как правило, следует использовать нагревательный элемент на напряжение не более 36 В. Для изменения температуры «жала» паяльника имеет смысл подключать паяльник к регулятору мощности. Температура паяльника должна быть такой, чтобы при касании легко расплавлялись маленькие кусочки припоя. При пайке в бытовых условиях следует пользоваться спиртоканифольным флюсом или твердой канифолью. Для приготовления флюса одну весовую порцию мелко натертой канифоли нужно смешать с двумя порциями этилового спирта. Не допускается паять микросхемы и навесные элементы кислотным флюсом, поскольку в последующем места пайки, даже после промывки спиртом, сильно коррозируют.

Для выполнения проводного монтажа на макетной плате соединительные проводники следует выполнять проводом типа МГТФ или использовать для этой цели лакированные обмоточные провода. Удаление слоя изоляции на концах соединительных проводников из провода МГТФ лучше выполнять с помощью «обжигалки», так как использование скальпеля или кусачек может привести к механическим повреждениям медной жилы. Концы монтажного провода перед пайкой необходимо тщательно залудить.

Как видно из чертежа макетной платы на рис. 95, микросхемы на ней можно установить двумя способами: выводы микросхем вставить в металлизированные отверстия и затем запаять или сформовать перед установкой и припаять к контактным площадкам так же, как выводы планарных микросхем. Следует отметить, что для радиолюбителей, особенно начинающих, второй способ монтажа наиболее предпочтителен по двум причинам. Во-первых, в этом случае значительно упрощается процесс замены микросхем. Ведь для того, чтобы выпаять из платы микросхему, выводы которой запаяны в металлизированные отверстия, необходимо использовать приспособление для группового разогрева всех контактных площадок. Во-вторых, в процессе поиска неисправностей устройств, особенно собранных на ТТЛ-микросхемах, часто возникает необходимость «поднять» один из выводов микросхемы, чтобы проконтролировать наличие на этом выводе соответствующего логического уровня или подать на этот вывод необходимое напряжение. Для формовки выводов микросхем в пластмассовых и керамических корпусах можно использовать простейшие приспособления [51]. Для исключения образования разнопотенциальных проводников от зарядов статического электричества целесообразно на ручку паяльника намотать несколько витков тонкого провода без изоляции (можно металлической ленты) и соединить его с металлической частью паяльника. Принятие таких мер уменьшит вероятность выхода из строя микросхем на КМДП-структурах от действия статического электричества. Жало паяльника и измерительная аппаратура (осциллограф, источник питания, генератор импульсов) следует

заземлять. Формовку выводов и монтаж КМДП-микросхем желательно производить с применением антиэлектростатических браслетов. После выполнения монтажа надо его тщательно проверить, используя при этом авометр.

Таблица 27

Обозначение микросхемы	Потребляемая мощность, мВт	Число выводов корпуса	Выводы питания + 5 В	Выводы питания − 5 В (общий)
К155АГ3	330	16	16	8
К155ИД3	280	24	24	12
К155ИД4	200	16	16	8
К514ИД1	250	16	16	8
К514ИД2	250	16	16	8
К155ИЕ1	260	14	14	7
К155ИЕ2	265	14	5	10
К155ИЕ4	255	14	5	10
К155ИЕ5	265	14	5	10
К155ИЕ6	510	16	16	8
К155ИЕ7	510	16	16	8
К155ИЕ8	600	16	16	8
К155ИМ3	640	16	5	12
К155ИП3	750	24	24	12
К155ИР1	410	14	14	7
К155КП1	340	24	24	12
К155КП2	230	14	14	7
К555КП11	95	16	16	8
К155ЛА1	55	14	14	7
К155ЛА2	30	14	14	7
К155ЛА3	110	14	14	7
К155ЛА4	82	14	14	7
К155ЛА8	110	14	14	7
К155ЛЕ1	135	14	14	7

Обозначение микросхемы	Потребляемая мощность, мВт	Число выводов корпуса	Выводы питания + 5 В	Выводы питания − 5 В (общий)
К155ЛЕ2	95	16	16	8
К155ЛИ1	165	14	14	7
К155ЛЛ1	165	14	14	7
К155ЛН1	165	14	14	7
К155ЛН2	165	14	14	7
К155ЛП5	250	14	14	7
К155ЛР1	70	14	14	7
К155ЛР3	50	14	14	7
К155ЛР4	70	14	14	7
К155РЕ3	550	16	16	8
К556РТ4	650	16	16	8
К556РТ5	950	24	24	12
К573РФ2	580	24	24	12
К555СП1	100	16	16	8
К155ТМ2	150	14	14	7
К155ТМ5	265	14	4	11
К155ТМ7	265	16	5	12
К155ТМ8	225	16	16	8
КР514ИД1	250	14	14	6
КР514ИД2	250	14	14	6

Таблица 28

Обозначение микросхемы	Число выводов корпуса	Выводы питания + 9 В	Выводы питания − 9 В (общий)
К176ИЕ1	14	14	7
К176ИЕ2	16	16	8
К176ИЕ3	14	14	7
К176ИЕ4	14	14	7
К176ИЕ5	14	14	7
К176ИЕ8	16	16	8
К561ИЕ10	16	16	8

Обозначение микросхемы	Число выводов корпуса	Выводы питания + 9 В	Выводы питания − 9 В (общий)
К176ИЕ12	16	16	8
К176ЛА7	14	14	7
К176ЛЕ5	14	14	7
К561ЛЕ10	14	14	7
К561ЛН2	14	14	7
К561ПУ4	16	1	8
К176ТМ2	14	14	7

Особое внимание следует обратить на проверку правильности монтажа цепей питания. В табл. 27, 28 указаны выводы питания и потребляемая мощность всех микросхем, используемых в описанных в книге устройствах. Устанавливают микросхемы обычно в определенной последовательности. Сначала монтируют микросхемы и навесные элементы тактовых и вспомогательных генераторов и проверяют их работу. Затем последовательно устанавливают микросхемы других функциональных узлов, работоспособность которых можно проконтролировать самостоятельно. Такой порядок проверки правильности монтажа значительно облегчает поиск неисправностей. Если какая-то из микросхем все-таки не работает, сначала проверяют, поступает ли на нее напряжение питания. Затем контролируют подачу сигналов на остальные выводы микросхемы. Проверку удобно выполнять с помощью осциллографа или логических пробников, подключая их вход непосредственно к выводам микросхемы — это поможет обнаружить нарушения металлизации отверстий в плате.

Подготовленные радиолюбители могут самостоятельно разработать и изготовить печатную плату, на которой методом печатного монтажа обеспечены все необходимые соединения между элементами устройства. При этом целесообразно использовать линейно-многорядное расположение микросхем, обеспечивающее наибольшую плотность их установки. Для ориентации микросхем на печатной плате целесообразно намечать «ключи», определяющие положения их первого вывода. «Ключи» так или иначе указаны и на каждой выпускаемой промышленностью микросхеме: либо канавкой или точкой на корпусе, либо особой формой корпуса. Выводы отсчитывают от «ключа» против часовой стрелки (на виде сверху). При разработке монтажных схем различных устройств всегда возникает вопрос: что делать с неиспользуемыми входами интегральных микросхем? Тут может быть несколько вариантов. Во-первых, неиспользуемые входы микросхем серии К155 можно оставлять неподключенными, припаивая их лишь к монтажной площадке на плате. Для интегральных микросхем серий ТТЛ с диодами Шотки (К555) оставлять входы неподключенными не рекомендуется, а для микросхем серий КМДП (К176 и К561) это недопустимо. Неиспользуемые входы микросхем в ряде случаев можно подключать к используемым входам того же элемента (например, в логических элементах), что, правда, увеличивает нагрузку на микросхему, которая служит источником сигнала. Можно объединить неиспользуемые входы и в зависимости от функционального назначения подключить их либо к плюсовому проводу питания через резистор 1 кОм (для микросхем ТТЛ до 20 входов) или непосредственно для микросхем КМДП, либо соединить с общим проводом.

Многие описанные в книге устройства имеют кнопочные органы управления, тумблеры или переключатели, устанавливаемые на лицевой панели. Так как панель управления, как правило, удалена от монтажной платы, то провода, соединяющие органы управления с микросхемами, могут стать источником ложных сигналов из-за возникающих наводок. Надежный способ исключения ложных срабатываний — подача напряжения от источника питания через дополнительный резистор сопротивлением 1...5 кОм (для микросхем ТТЛ) или 10...100 кОм (для микросхем КМДП) на каждый вывод микросхемы, соединяемый с органами управления.

Во многих описанных устройствах использованы микросхемы памяти типов К155РЕ3, К556РТ4, К576РТ5, К573РФ2, программирование которых выполняют предварительно перед установкой их на монтажные платы. Программирование

ПЗУ осуществляют вручную или с помощью автоматических программаторов под управлением ЭВМ.

Следует отметить, что в случае ошибок программирования микросхемы памяти типа К5РЗРФ2, с помощью источника ультрафиолетовых лучей можно выполнять стирание записанной информации и производить программирование ПЗУ. После программирования следует выполнить термотренировку микросхем памяти, а затем повторно проконтролировать правильность программирования согласно таблицы истинности. Наиболее просто выполнить термотренировку, выдерживая ПЗУ в выключенном состоянии при температуре 65...70 °С в течение 5 сут. Микросхемы, у которых в процессе термотренировки произошла потеря записанной информации, допускается программировать повторно с повторением термотренировки и последующего контроля. При установке микросхемы ПЗУ на печатную плату следует начинать пайку с выводов, на которые подается напряжение питания. Пайку остальных выводов можно производить в любой последовательности.

Для исключения импульсных помех на печатной плате между плюсовой и минусовой шинами питания необходимо установить блокировочные низкочастотные и высокочастотные конденсаторы. Емкость низкочастотного электролитического конденсатора следует выбрать в пределах 50...500 мкФ. На плате достаточно установить один такой конденсатор. Кроме того, на каждые пять микросхем следует ставить один керамический высокочастотный конденсатор емкостью 0,047...0,33 мкФ. Конденсаторы следует располагать на плате по возможности равномерно. Их следует также устанавливать рядом со всеми микросхемами с мощным выходом (например, К155ЛА8, нагруженными на лампы накаливания).

При размещении собранной платы в корпусе следует убедиться, что радиокомпоненты, установленные на ней, а также ни один из выводов не касаются металлической поверхности корпуса. Соединительные провода между платой и передней панелью должны иметь длину, позволяющую снимать панель и поворачивать плату так, чтобы обеспечивать доступ ко всем элементам на ней для ремонта и регулировки.

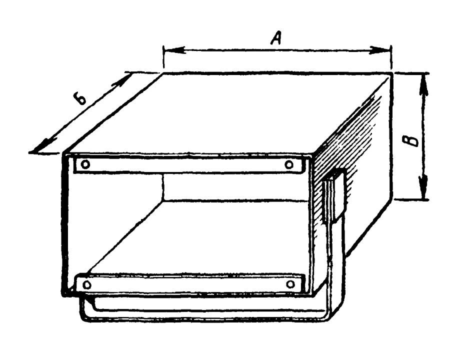
Остановимся на выборе источников питания. Устройства, реализованные на микросхемах серии ТТЛ, рассчитаны на работу с напряжением +5 В. По техническим условиям для ТТЛ-микросхем необходима довольно жесткая стабилизация напряжения питания, обычно ±5% (т. е. диапазон допустимых напряжений составляет 4,75...5,25 В). Тем не менее ТТЛ-микросхемы могут работать при бóльшем разбросе напряжения питания: 4,5...5,5 В. При этом логическая функция элемента остается одной и той же, однако от напряжения питания зависят переключательные свойства элемента. В частности, при уменьшении номинального напряжения пита возрастает задержка распространения, т. е. время прохождения изменения логического уровня со входа на выход элемента. Однако в описанных устройствах это обстоятельство не является существенным. В то же время следует обратить внимание на верхнее предельное напряжение питания для ТТЛ-микросхем: абсолютное максимальное напряжение составляет +5,5 В. Даже при незначительном превышении этого напряжения в течение длительного времени микросхема выйдет из строя. Для КМДП-микросхем допускается изменение напряжения питания в более широких пределах. Подавляющее большинство их устойчиво работают в диапазоне напряжений 8...15 В. Как и у ТТЛ-микросхем, быстродействие КМДП-микросхем ухудшается

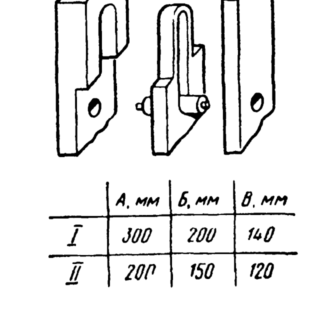
при понижении напряжения питания. При напряжении питания 9...15 В быстродействие КМДП-схем примерно в 2 раза выше, чем при номинальном напряжении +5 В, однако этот фактор не является определяющим. В подавляющем большинстве приведенных устройств на КМДП-микросхемах содержатся счетчики с дешифраторами, к выходам которых подключают цифровые светодиодные индикаторы. При напряжении питания меньшем +9 В, яркость свечения этих индикаторов значительно падает. Поэтому для питания конструкций с КМДП-микросхемами можно использовать источник питания с номинальным постоянным напряжением в пределах 9...12 В.

Все описанные устройства потребляют от источника напряжения +5 В ток не более 1 А, а от источника +12 В — ток не более 0,4 А. Поэтому для налаживания устройств целесообразно использовать универсальный блок питания с двумя источниками питания на указанные значения напряжения.

Схемы блока питания могут быть самыми разнообразными [1, 27, 31, 50]. При построении стабилизированных источников питания желательно использовать схемы, обеспечивающие защиту источника от коротких замыканий, чтобы ошибки в монтаже не приводили к выходу из строя блока питания. Наименьшие габаритные размеры и хорошие параметры среди источников вторичного электропитания с непрерывным регулированием имеют стабилизаторы напряжения на микросхемах К142ЕН5 и К142ЕН8. Все большее распространение несмотря на схемную сложность получают импульсные стабилизаторы напряжения (в том числе и бестрансформаторные), обладающие повышенным коэффициентом полезного действия и минимальными габаритными размерами. Перед подключением изготовленного устройства к блоку питания следует проконтролировать с помощью авометра отсутствие короткого замыкания по цепи питания. Перепайку элементов на монтажной плате в процессе наладки следует выполнять при отключенном источнике питания.

Желательно оснастить источник питания миллиамперметром, показывающим потребляемый ток. Так как в табл. 35 указана предельная мощность потребления каждой микросхемы, вы можете оценить ток, потребляемый выбранным вами устройством. При этом следует иметь в виду, что реальное потребление в 1,5...2 раза меньше предельного. Если же реальное потребление тока от





	А, мм	Б, мм	В, мм
I	300	200	140
II	200	150	120

Рис. 96. Общий вид приборного корпуса

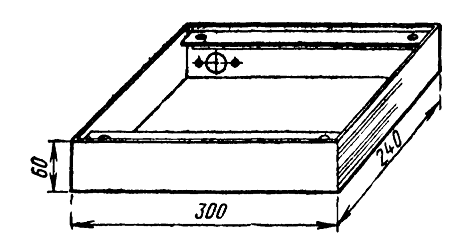


Рис. 97. Общий вид горизонтального уплощенного корпуса

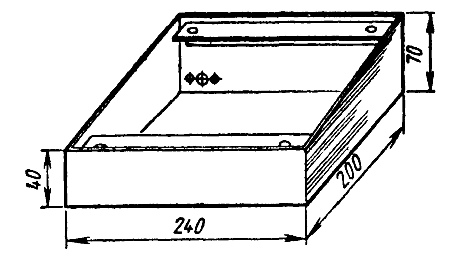


Рис 98 Общий вид корпуса с наклонной передней панелью

источника питания превышает предельное расчетное значение, то следует искать ошибки в монтаже или неисправность компонентов.

Все описанные в книге устройства могут быть размещены в корпусах трех вариантов. Общий вид корпусов представлен на рис. 96—98. Приборный корпус (см. рис. 96) имеет ручку, фиксируемую в двух положениях и используемую как для переноски устройства, так и в качестве подставки. Типоразмер корпуса выбирают, исходя из габаритов монтажной платы и числа органов управления на передней панели устройства. Корпус такого вида целесообразно использовать в большинстве игровых автоматов и рефлексометров. Исключение — игровые автоматы «Волейбол», «Теннис» и «Электронные салки», на передних панелях которых расположены органы управления игрой обоих игроков, а также индикаторы игровой ситуации. Эти автоматы целесообразно поместить в горизонтальный уплощенный корпус (см. рис. 97). Корпус с наклонной передней панелью (см. рис. 98) удобен для экзаменаторов всех типов, а также для приборов для психологических исследований, на верхней панели которых располагают наборное поле,

Список литературы

1. **Бирюков С. А.** Цифровые устройства на интегральных микросхемах.— М.: Радио и связь.— 1987.— 152 с.
2. **Вдовикин А. И.** Занимательные электронные устройства.— М.: Радио и связь.— 1981.— 80 с.
3. **Вильямс Р., Маклин К.** Компьютеры в школе.— М.: Прогресс.— 1988.— 336 с.
4. **Дианов А. П., Щелкунов Н. Н.** Модуль программирования микросхем ПЗУ//Микропроцессорные средства и системы.— 1985.— № 3.— С. 80—83.
5. **Дианов А. П., Щелкунов Н. Н.** Методика программирования микросхем ПЗУ//Микропроцессорные средства и системы.— 1985.— № 3.— С. 75—79.
6. **Дробница Н. А.** Измеритель скорости реакции человека//В помощь радиолюбителю.— М.: Издательство ДОСААФ.— Вып. 86.— С. 9—13.
7. **Дробница Н. А.** 60 схем радиолюбительских устройств.— М.: Радио и связь.— 1988.— 120 с.
8. **Золотарев А., Мельник В., Поздняков Ю.** Многофункциональный автомат световых эффектов//В помощь радиолюбителю.— М.: Издательство ДОСААФ.— 1986.— Вып. 95.— С. 52—62.
9. **Евсеев А. Н.** Игра «Кто первый?»//В помощь радиолюбителю.— М.: Издательство ДОСААФ.— 1979.— Вып. 65.— С. 39—41.
10. **Иванов Б. С.** Радиоэлектронные игрушки.— М.: Радио и связь.— 1986.— 80 с.
11. **Игошев Б. М., Комский Д. М.** Кибернетика в самоделках.— М.: Энергия.— 1978.— 128 с.
12. **Компьютерные игры.**— М.: Знание.— 1988.— 96 с.— (Сер. Вычислительная техника и ее применение. Вып. 3).
13. **Комский Д. М., Игошев Б. М.** Электронные автоматы и игры.— М.: Энергоиздат.— 1981.— 168 с.
14. **Комский Д. М., Игошев Б. М.** Игротека автоматов.— М.: Энергоиздат.— 1987.— 224 с.
15. **Кордемский Б. А., Ахадов А. А.** Удивительный мир чисел.— М.: Просвещение.— 1987.— 144 с.
16. **Корлыханов В.** Музыкальная шкатулка//Моделист-конструктор.— 1985.— № 1.— С. 45—47.
17. **Лукьянов Д. А.** Схемотехника универсальных программаторов ПЗУ//Микропроцессорные средства и системы.— 1985.— № 3.— С. 84—88.
18. **Мальцева Л. А., Фромберг Э. М., Ямпольский В. С.** Основы цифровой техники.— М.: Радио и связь.— 1986.— 128 с.
19. **А. с. № 1410082 СССР.** Устройство для контроля знаний/Л. А. Мальцева, Э. М. Фромберг, В. Я. Кривчик, А. А. Архипов.— Опубл. 1988, Бюл., № 26.
20. **Назаров Н.** Программатор для микросхем К155РЕЗ//В помощь радиолюбителю.— М.: Издательство ДОСААФ, 1982.— Вып. 78.— С. 26—32.
21. **Новожилов В.** Автоматическое бесконтактное переключающее устройство//В помощь радиолюбителю.— М.: Издательство ДОСААФ, 1988.— Вып. 102.— С. 31—37.
22. **Олехник С. Н., Нестеренко Ю. В., Потапов М. К.** Старинные занимательные задачи.— М.: Наука,— 1985.— 150 с.

23. **Паскалев Ж.** Электронные игры.— М.: Радио и связь.— 1981.— 110 с.
24. **Партин А. С., Борисов В. Г.** Введение в цифровую технику.— М.: Радио и связь.— 1987.— 65 с.
25. **Пейсахов Н. М., Кашин А. П., Баранов Г. Г., Ваганов Р. Г.** Методы и портативная аппаратура для исследования индивидуально-психологических различий человека.— Казань: Изд-во Казанского университета.— 1976.— 237 с.
26 **Полин А.** Музыкальная шкатулка//Радио.— 1981.— № 2.— С. 47—48.
27. **Пономарев Л. Д., Евсеев А. Н.** Конструкции юных радиолюбителей.— М.: Радио и связь.— 1985.— 80 с.
28. **Полупроводниковые** БИС запоминающих устройств: Справочник/Под ред. Ю. А. Гордонова, Ю. Н. Дьякова.— М.: Радио и связь.— 1987.— 360 с.
29. **Пристайло О., Поздняков Ю.** Автомат световых эффектов//В помощь радиолюбителю.— М : Изд-во ДОСААФ.— 1990.— Вып. 107.— С. 13—20.
30. **Соколов Г., Сорокин Н.** Электронный музыкальный звонок//В помощь радиолюбителю.— М.: Изд-во ДОСААФ.— Вып. 80— С. 68—72.
31. **Трейслер Р., Мейо Дж.** 44 источника электропитания для любительских электронных устройств.— М.: Энергоатомиздат.— 1990 — 288 с.
32. **Тули М.** Справочное пособие по цифровой электронике.— М.: Энергоатомиздат.— 1990.— 176 с.
33. **Турухин В.** Светомузыкальные бегущие огни//В помощь радиолюбителю.— М.: Изд-во ДОСААФ.— 1988.— Вып. 102.— С. 27—31.
34. **Флинд Э.** Электронные устройства для дома.— М.: Энергоатомиздат.— 1984.— 78 с.
35. **А. с.** № 1430043 СССР. Электронная игра/Э. М. Фромберг, В. С. Ямпольский, С. Р. Сулейманов.— Опубл. 1988, Бюл. № 38.
36. **А. с.** № 1369734 СССР. Устройство управления игрой/Э. М. Фромберг, В. С. Ямпольский, А. Ю. Лазарис.— Опубл. 1988, Бюл. № 4.
37. **А. с.** № 1400628 СССР. Устойство управления логической игрой/Э. М. Фромберг, В. С. Ямпольский, В. Г. Алимов.— Опубл. 1988, Бюл. № 21.
38. **А. с.** № 1291168 СССР. Электронный отгадчик/Э. М. Фромберг, В. С. Ямпольский.— Опубл. 1987, Бюл. № 7.
39. **А. с.** № 1485295 СССР. Вечный календарь/Э. М. Фромберг, В. С. Ямпольский.— Опубл. 1989, Бюл. № 21.
40. **А. с.** № 1298745 СССР. Вечный календарь/Э. М. Фромберг, В. Я. Кривчик, В. С. Ямпольский.— Опубл. 1987, Бюл. № 5.
41. **А. с.** № 1400629 СССР. Устройство управления электронной игрой//Э. М. Фромберг, В. Я. Кривчик, С. Н. Тесленко, В. С. Ямпольский.— Опубл. 1988, Бюл. № 21.
42. **А. с.** № 1407482 СССР. Треморометр/Э. М. Фромберг, К. А. Сабитов, В. С. Ямпольский.— Опубл. 1988, Бюл. № 25.
43. **А. с.** № 1400627 СССР. Устройство управления электронной игрой/Э. М. Фромберг, В. Я. Кривчик, В. С. Ямпольский, А. Г. Гадалов.— Опубл., 1988, Бюл. № 21.
44. **А. с.** № 1569026 СССР. Электронная игра/Э. М. Фромберг.— Опубл. 1990, Бюл. № 21.
45. **А. с.** № 1568977 СССР. Устройство для психологических исследований/Э. М. Фромберг, В. Я. Кривчик, С. А. Сергиенко — Опубл. 1990, Бюл. № 21.
46. **А. с.** № 1568077 СССР. Вечный календарь/Э. М. Фромберг, В. В. Якимчик — Опубл. 1990, Бюл. № 20.
47. **А. с.** № 1547810 СССР. Устройство для проведения корректурных проб/Э. М. Фромберг, В. А. Цвелой.— Опубл. 1989, Бюл. № 9.
48. **А. с.** № 1535556 СССР. Электронная игра/Э. М. Фромберг, В. Я. Кривчик.— Опубл. 1990, Бюл. № 2.
49. **А. с.** № 1597205 СССР. Электронная игра/Э. М. Фромберг, В. Н. Бегляков.— Опубл. 1990, Бюл. № 37.
50. **Хейзерман Д.** Применение интегральных схем.— М.: Мир.— 1984.— 208 с.
51. **Цифровые** и аналоговые интегральные микросхемы: Справочник/Под ред. В. С. Якубовского.— М.: Радио и связь.— 1989.— 496 с.

52. **Череватенко В., Череватенко А.** Программируемый музыкальный звонок-автомат//В помощь радиолюбителю. — М.: Изд-во ДОСААФ, 1989. — Вып. 103.— С. 52—64.
53. **Шило В. Л.** Популярные цифровые микросхемы. Справочник.— М.: Радио и связь.— 1987.— 352 с.
54. **Шкуренков А.** Электронная таблица умножения//В помощь радиолюбителю.— М.: Изд-во ДОСААФ, 1979.— Вып. 65.— С. 51—58.
55. **Элементы** электронно-вычислительной техники в техническом творчестве школьников/Под ред. В. С. Ямпольского.— Омск. 1987. Вып 2.— 47 с.
56. **Элементы** электронно-вычислительной техники в техническом творчестве школьников/Под ред. Э. М. Фромберга.— Омск. 1989. Вып. 3.— 60 с.
57. **Янсен И.** Курс цифровой электроники: В 4 томах.— М.: Мир. 1987.— Т. 1—4.

Содержание

Научно-популярное издание

Массовая радиобиблиотека. Выпуск 1161

ФРОМБЕРГ ЭДУАРД МИХАЙЛОВИЧ

КОНСТРУКЦИИ НА ЭЛЕМЕНТАХ ЦИФРОВОЙ ТЕХНИКИ

Руководитель группы МРБ И. Н. Суслова. Научный редактор Л. Н. Ломакин. Редактор И. Н. Суслова. Обложка художника А. С. Дзуцева. Художественный редактор Н С. Шеин. Технический редактор Л. А. Горшкова. Корректор Н. В. Козлова.

ИБ № 2001

Сдано в набор 28.06.90. Подписано в печать 29.12.90. Формат 60×90[1]/16. Бумага тип. № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 10,0. Усл. кр.-отт. 10,25. Уч.-изд л. 12,13. Тираж 100 000 экз. Изд. № 22730. Заказ № 1300. Цена 1 р. 90 к.

Издательство «Радио и связь». 101000, Москва, Почтамт, а/я 693.

Областная ордена «Знак Почета» типография им. Смирнова Смоленского облуправления издательств, полиграфии и книжной торговли. 214000, г. Смоленск, проспект им. Ю. Гагарина, 2.

СПИСОК МАГАЗИНОВ — ОПОРНЫХ ПУНКТОВ
ИЗДАТЕЛЬСТВА «РАДИО И СВЯЗЬ»

111024 Москва, шоссе Энтузиастов, 24/43, магазин № 15
197198 Ленинград ПС, Большой пр., 34, магазин № 55
226050 Рига, ул. Ленина, 17, магазин «Гайсма»
630091 Новосибирск, Красный пр., 60, магазин № 7 «Техническая книга»
700070 Ташкент, ул. Шота Руставели, 43, магазин № 21
173010 Новгород, Ленинградская ул., 13, магазин № 2 «Прометей»
634032 Томск, ул. Нахимова, 15/1, магазин № 2
603000 Горький, пр. Гагарина, 110, магазин № 9

НАШИМ ЧИТАТЕЛЯМ

Издательство «Радио и связь» книги не высылает Литературу по вопросам радиоэлектроники и радиолюбительства можно приобрести в магазинах научно-технической книги

Для сведения сообщаем, что по вопросам переделки и усовершенствования конструкций издательство и авторы консультацию не дают По этим вопросам следует обращаться в письменную радиотехническую консультацию Центрального радиоклуба СССР по адресу 103012 Москва, К-12, ул Куйбышева. д 4/2, пом 12

Издательство не имеет возможности оказать помощь в приобретении нужных вам радиотоваров и не располагает сведениями о наличии их в торгующих организациях

Радиотовары по почте высылают Центральная торговая база Посылторга (111126 Москва, Е-126, Авиамоторная, 50) и Московская межреспубликанская база Центросоюза (127471, Москва, Г-471, ул. Рябиновая, 45).

1 р 90 к



Конструкции на элементах цифровой техники

Издательство «Радио и связь»